ESEN-CPS-BK-0000001114-ESE

472889

مجلة جمعية المهندسين المصرية

٢٨ شارع رمسيس – القاهرة ج ٠ م ٠ ع ٠ ت : ٧٤٠٤٨٨/٧٤٠٥٦٩

المجلد الخامس والعشرين — **العدد الاول ١٩٨٦**

- تصدر المجلة ربع سنوية .
- ترسل النصوص المطلوب موافقة هيئة التحرير على نشرها باسم السيد/ رئيس التحرير . وهو غير مسئول عن فقد او تلف أى نص .
- تنشر المجلة المقالات التى تسهم فى رفع مستوى العلوم الهندسية وطرق ممارستها .
- تقبل للنشر المقالات باحدى اللغتين العربية أو الانجليزية على الآلة الكاتبة ومعها ملخص بكل من اللغتين .
- المجلة غير مسئولة عن الأراء والمحتويات التى تنشر وهى تعبر عن كاتبها فقط
- تذكر أسماء أصحاب المقالة كاملة باللغتين ومعها القابهم العلمية ووظائفهم .
- يراعى الا تتجاوز المقالة ٨ صفحات بالمجلة ، وفى سبيل ذلك يختصر الاشتقاق الرياضى ويستعاض عن الجداول بمنحنيات مرسومة بالحبر الشينى الأسود ، على أن يشغل المنحنى نصف صفحة على الأكثر ولا يشغل صفحة كاملة الا فى حالات استثنائية وسيصغر أى منحنى الى تلك المقاسات .

  ويراعى الا يقل ارتفاع الحروف أو الأرقام على المنحنيات المنشورة عن ٣ مم بعد التصغير .
- يعنى بذكر المراجع المستقى منها المقال وتصنف تبعا لاسم المؤلف ثم العنوان ثم المجلة أو الكتاب وتاريخه .

اشتراكات المجلة :

يتلقى اعضاء الجمعية نسخهم محانا .

ولغير الأعضاء :

الاشتراك السنوى للمهندسين	**٢٠ جنيها**
الاشتراك السنوى لغير المهندسين	**٥٠ جنيها**
الاشتراك السنوى للهيئات	**٥٠٠ جنيه**

وخارج مصر :

للأفراد ٧٥ دولار امريكى سنويا .

وللهيئات ٥٠٠ دولار امريكى سنويا .

وذلك عن الاربع اعداد السنوية ويعامل العدد الواحد بواقع الربع من هذه القيمة .

وتعطى اولوية النشر بالمجلة للسادة الزملاء اعضاء جمعية المهندسين المصرية .

رقم الايداع بدار الكتب ٢٩٨

طبعت بمطابع دار الشعب

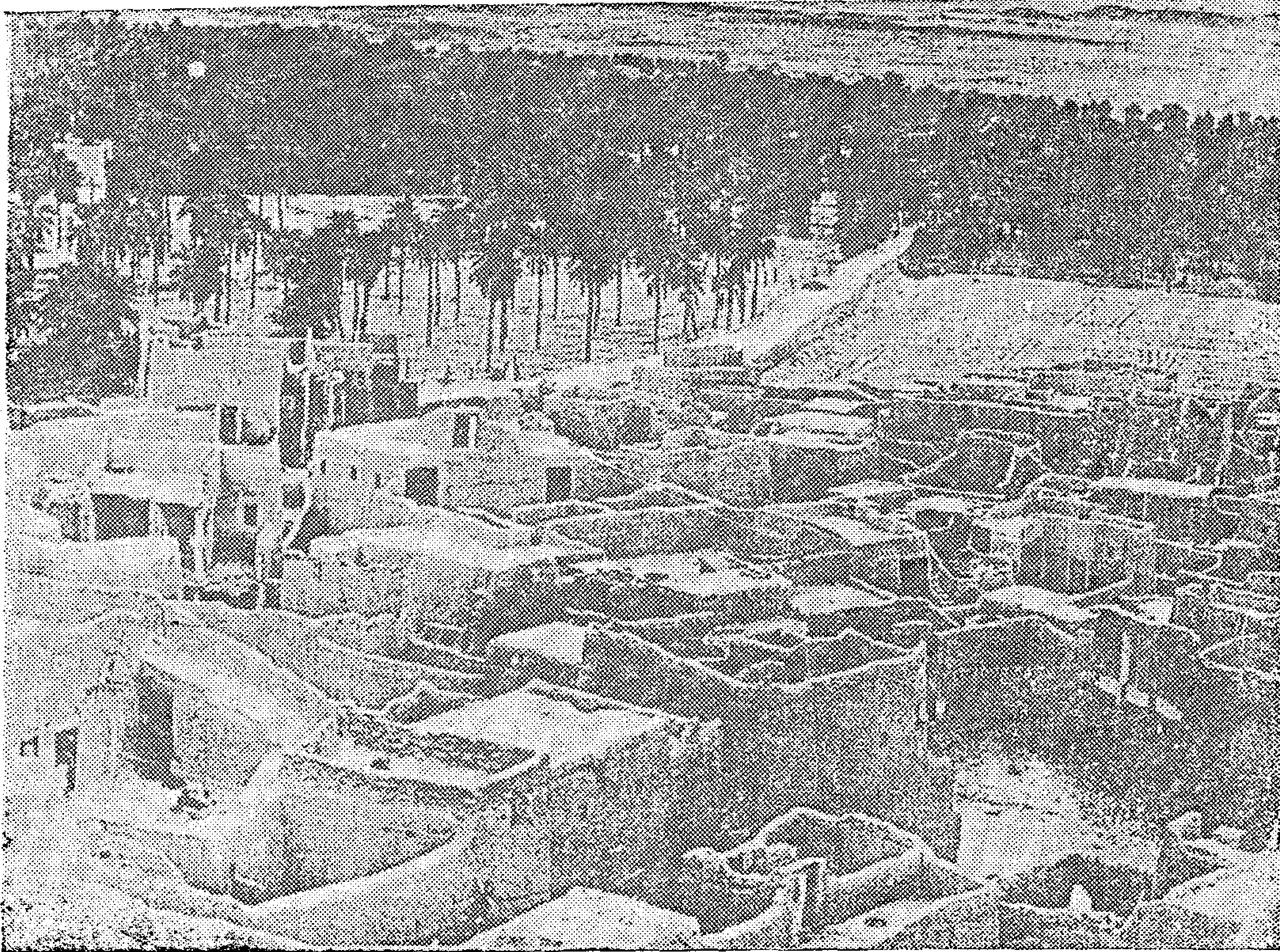
محتويات العدد

التشييد والبنـــاء

جمعية المهندسين المعماريين
جمعية المهندسين المدنيين
جمعية مهندسى الرى

العوامل المناخية المؤثرة على المباني وتخطيط المدن فى المناطق الحارة

الدكتورة المهندسة شفق العوضى الوكيل
دكتور مهندس محمد عبد الله سراج



تقع معظم الدول الناميـة ومن بينها مصر والعالم العربى بين مدارى الجدى والسرطان وهى المنطقة التى يطلق عليها المنطقة ذات المناخ الحار حيث تزداد فيها درجات الحرارة عن أى منطقة أخرى فى العالم ، كما تتباين الرطوبة النسـبية فيها بين المنخفضة (الجو الجـاف) والعالية (الجو الرطب) . ويؤثر هذا المناخ على طبيعـة الحياة فى هذه المنطقة مما يستدعى محاولة التكيف معه أو معالجته فى أمور كثيرة وخاصة فى مجال العمارة وتخطيط المدن .

وقد تمت فى الماضى وعلى مدى عصور متعاقبة اجراءات وأساليب خاصة ، ثبت نجاحها بالرغم من بساطتها وذلك للمعالجة المناخية سواء على مستوى الوحدة السكنية الصغيرة أو على مستوى التجمع الحضرى فى الريف أو المدينة .

وعموما فقد اسـتمرت هذه الأسـاليب وما تبعها من تطوير الى أن ظهرت الآلة ومصادر الطاقة الصناعية ، وصاحب هذا اهتمام بدراسة الظواهر المناخية بأسلوب علمى عن طريق الرصد وتحليل البيانات .

وفى نفس الوقت أستحدثت مواد وأساليب انشائية جديدة فى العمارة ، مما سـاعد على تطوير التشكيل المعمارى والتحرر فى التصميم ، الذى أدى الى امكانية اسـتعمال المسطحات الزجاجية الكبيرة فى الفتحات أو حتى تكسـية واجهات المبنى كلها بالزجاج . ومع تواجد هذه العوامل معا وتأثيرها التبادلى استطاع انسـان العصر الحديث ان يتحكم فى الجو الداخلى للفراغ صناعيا بأستعمال أجهزة التكييف . وأمكن بذلك بناء نفس المبنى فى أى منطقة مناخية بالعـالم

بدون وضع أى اعتبار لاختلاف درجات الحرارة ونسب الرطوبة للمناطق المختلفة .

ورغم سهولة الاستفادة من الوضع السابق بامكانياته الحديثة ، فقد ترتب على ذلك خلق مشاكل واصبح لزاما ايجاد الحلول المناسبة لها وخاصة بالنسبة للمناطق الحارة .

فبعد أن كان توزيع الفتحات والمسطحات المصمتة يتلائم مع الظروف المناخية المحيطة وبالتالى يؤدى الى حماية الفراغ الداخلى ، اصبحت المشكلة هى تلافى العيوب الناتجة عن استعمال الحوائط الخارجية ذات الأسماك الرفيعة ، وكذلك الحمل الحرارى الزائد فى الفراغ الداخلى نتيجة لاستعمال مسطحات الزجاج الكبيرة . ويأتى هذا طبعاً على حساب أجهزة التكييف واستهلاك الطاقة ، وقد يكون هذا مقبولا فى الدول الغنية ، الا أنه بالتأكيد لا يتلائم مع امكانيات الدول الفقيرة بالعالم الثالث . كما أن أجهزة التكييف بالامكان أن يصيبها العطل الذى قد يستمر الى فترة كبيرة خاصة فى حالة عدم توفر العمالة الجيدة للصيانة أو قطع الغيار اللازمة للاصلاح . كذلك فانه من الظواهر المألوفة فى الدول النامية ازدياد الحمل على الشبكات الكهربائية معظم فترات السنة وخاصة فى فصل الصيف مما يسبب الانقطاع المستمر للتيار الكهربائى وتعطيل أجهزة التكييف .

يضاف الى ذلك ظهور أزمة الطاقة العالمية الحالية وأثرها فى كافة المجالات مما دعا الى محاولة الحفاظ على الطاقة وترشيدها ، وقد أثر هذا تأثيراً سيئا على فكرة تكييف الهواء صناعيا لازدياد تكلفتها وعدم اقتصاديتها .

وقد ترتب على هذا كله الرجوع الى الطبيعة ومحاولة استغلال مصادرها للحصول على الطاقة اللازمة من الشمس والرياح مثلا . وقد ظهر هذا الاتجاه فى معظم الدول الغنية ، فأستغلت هذه المصادر وغيرها للحصول على الطاقة الكهربية وكذلك فى عمليات التدفئة والتسخين ، بما يتلائم مع طبيعة مناخ هذه البلاد التى تقع معظمها فى المنطقة المعتدلة وحدود المنطقة الباردة .

أما بالنسبة للدول النامية التى يقع معظمها فى المنطقة الحارة فان الوضع بالنسبة لاستغلال مصادر الطاقة الطبيعية يكون أكثر تميزا بالنظر الى شدة وفترات سطوع الشمس طوال النهار .

ولتحقيق البيئة المناخية والفراغ الداخلى المناسب للراحة الحرارية للانسان يجب التعرف على المنطقة المناخية التى يعيش فيها وتحليل خصائصها للاستفادة بما لها من مميزات وتلافى ما بها من عيوب . كما يجب دراسة تأثير هذه الظروف المناخية على المبنى ومحاولة الاستفادة منها أو علاجها أو التحكم السلبى فيها عن طريق الدراسة العلمية للعناصر المعمارية للمبنى حتى يتسنى تحقيق التصميم الأنسب الذى يعمل على الحفاظ على معدل مناسب للحرارة ونسبة ملائمة للرطوبة داخل المبنى يتلائم مع الراحة لجسم الانسان وأثر ذلك من انعكاس على طاقته الانتاجية وكفاءته فى كافة النشاطات وذلك بدون اللجوء الى الوسائل الميكانيكية أو الصناعية .

توصيات خاصة بالتخطيط والتصميم فى المناطق الحارة .

أولا : المناطق الحارة الجافة

١ ـ التخطيط العمرانى :

* استخدام التخطيط المتضام ، وذلك لتوفير أكبر قدر ممكن من الظلال التى تسقطها المبانى على بعضها البعض والناتجة عن اختلاف الارتفاعات والارتداد والبروزات فى الحوائط الخارجية . وهذا يفيد فى رفع نسبة الحجم/لمساحة الأسطح الخارجية ، وبالتالى الحفاظ على أكبر قدر ممكن من الفراغ الداخلى بعيدا عن الأحوال المناخية الخارجية .

* مرعاة عدم المبالغة فى اتساع الفراغات الخارجية ، حيث تمنع أشعة الشمس القوية استغلالها فى ممارسة النشاطات المختلفة ، الا اذا ظللت كلها أو أجزاء منها . ويقتصر وجود الفراغات الأكبر نسبيا على مناطق الفصل بين الأحياء داخل المدينة ومناطق المراكز الرئيسية ، مع استخدام وسائل تظليل مناسبة لهذه الفراغات .

* الفراغات الصغيرة المتكررة أفضل من الفراغ الكبير الواحد ، نظرا لأن امكانية التحكم بها تشجع قيام الأنشطة الخارجية ، وايضا يصبح من السهل تنسيقها والاهتمام بنظافتها .

* محاولة جعل ممرات المشاه أقصر ما يمكن وذلك بتعدد أستخدامات عنصر الخدمة الواحد ، مع جعلها ضيقة ما امكن ومراعاة تظليلها بغرض الحماية من الشمس ، وذلك اما بواسطة بواكى أو أشجار .

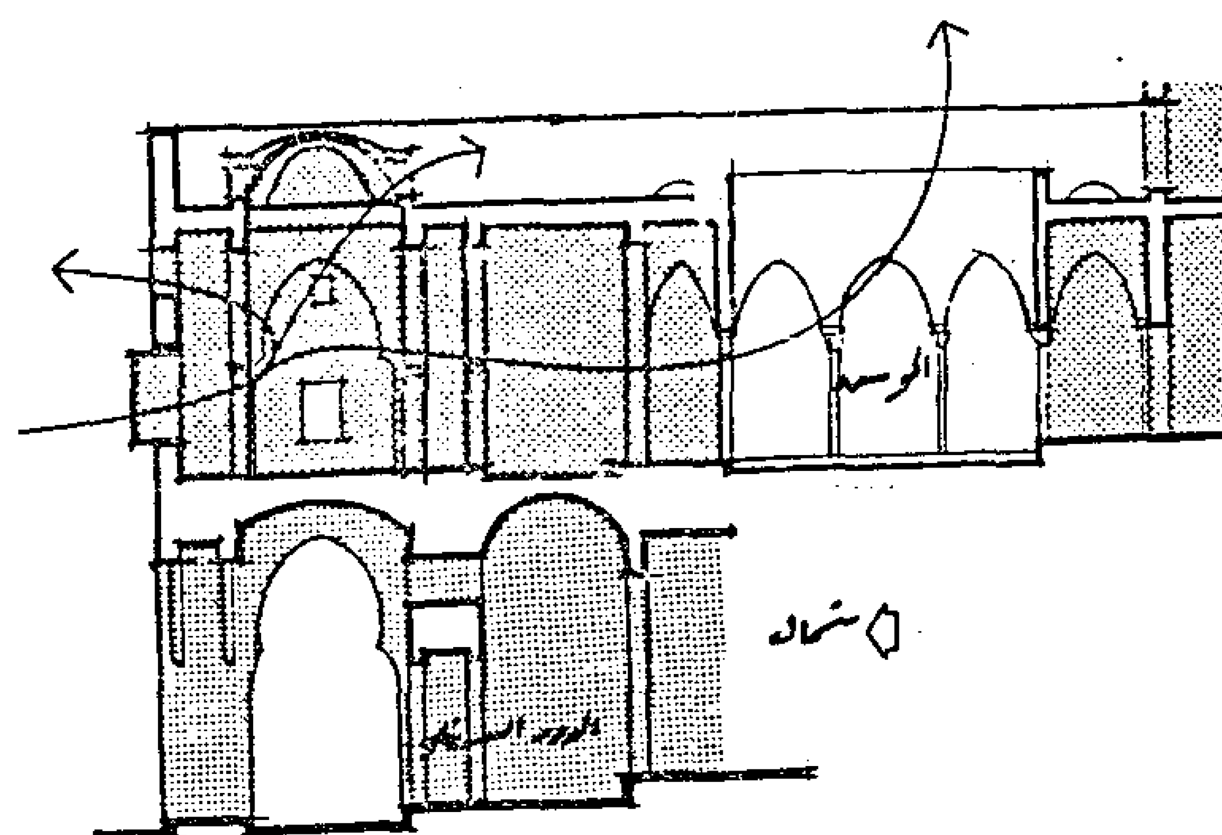
* استخدام الاشجار والمسطحات الخضراء والمسطحات المائية مما يرفع من الرطوبة النسبية فى الهواء ويؤدى الى تنقية الجو من ذرات الأتربة والرمال وعناصر التلوث العالقة به ، وعلاوة على ما تسببه الأشجار من زيادة فى مسطحات الظلال فان المسطحات الخضراء تؤدى الى الاقلال من

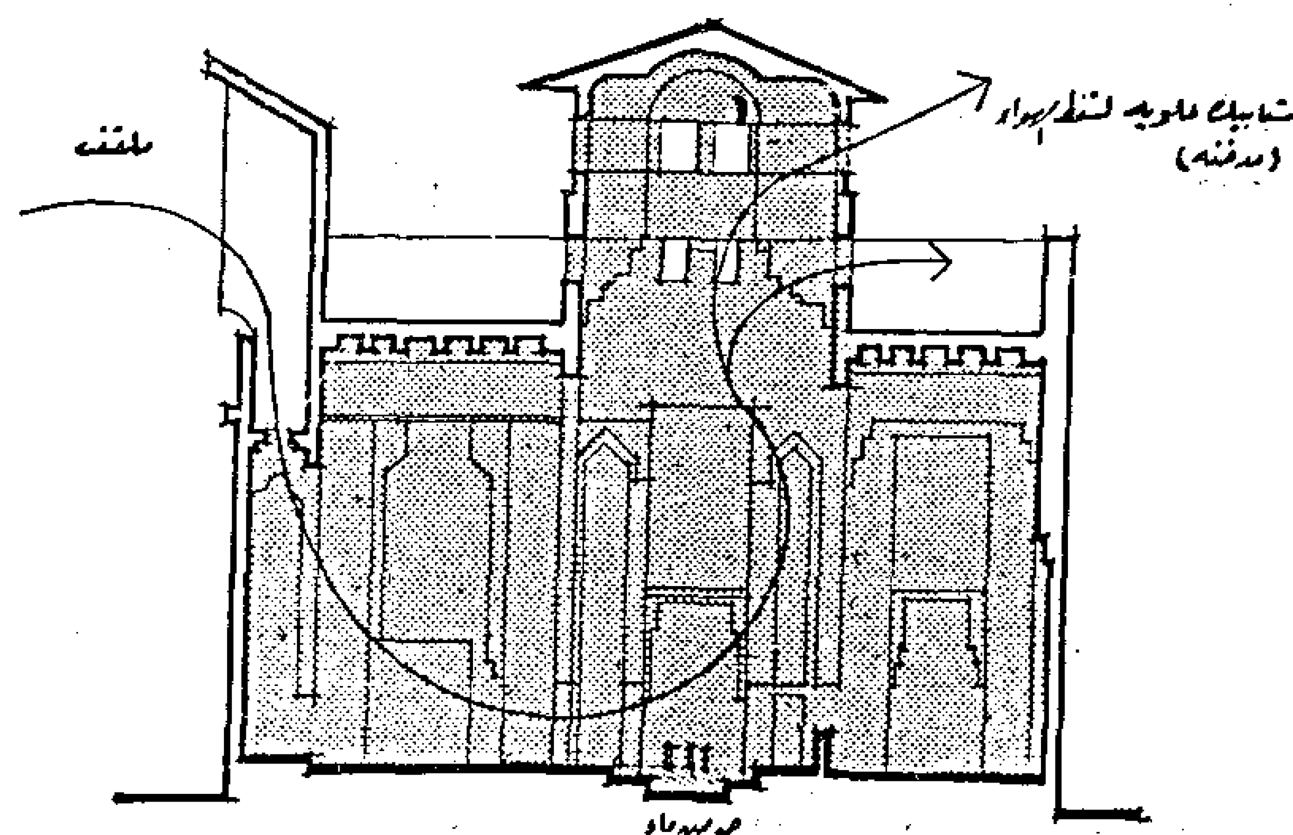
قوة العكس وبالتالى التحكم فى الزغللة . وفى حالة وجود عواصف رملية أو ترابية موسمية مثل رياح الخماسين فى مصر،ينصح بعمل أحزمه كثيفةمن الأشجار فى مواجهة تلك الرياح تعمل كمرشحات للهواء ، وتستغل فى تحويل اتجاه الريح ، ويستخدم المناخ المصغر فى تحسين الهواء قبل وصوله الى المبنى .

٢ - المبنى :

التوجيه :

يخضع اختيار التوجيه لمبانى هذا الاقاليم لاعتبارات الشمس أكثر من خضوعه لاعتبارات حركة الرياح وذلك لضمان توفير أكبر قدر من الظلال والبعد عن الهواء الجاف الساخن الذى تتميز به المنطقة ، ويستحسن أن يمر الهواء على مناطق رطبة أو مظللة قبل وصوله الى المبنى



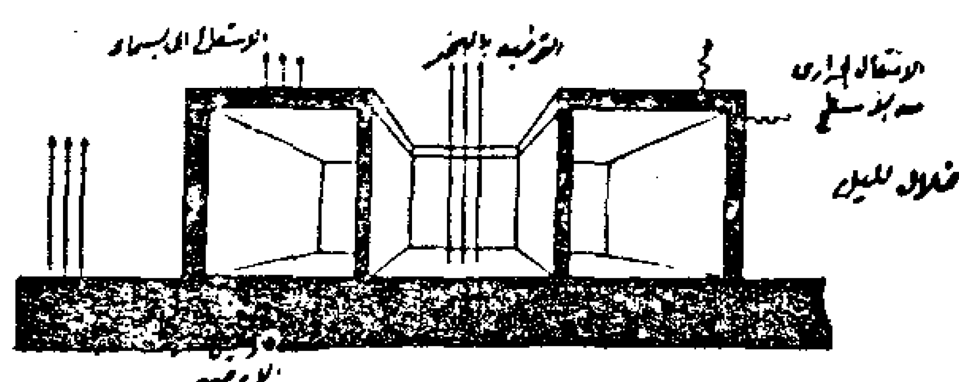


توجيه الهواء بقصد التهوية والترطيب باستعمال الملقف مسكن من القاهرة الفاطمية

من هذا المنطلق يكون التوجيه الأمثل للفتحات هو الشمال ، ويأتى التوجيه الى الجنوب بعد ذلك فى المرتبة حيث تكون عملية التظليل أسهل مايمكن، ويمكن أن يمتد الى ٢٥° جنوب شرقى .

ويجب تلافى الفتحات المواجهة للغرب ما أمكن كما يجب تلافى وضع المسطحات المائية فى الغرب أو الشمال لتفادى الانعكاسات المؤدية للزغللة .

ويعطى الحوش الداخلى امكانية أكبر لتوجيه الفتحات فى الاتجاهات السليمة كما ينظم عملية التبادل الحرارى للمنزل .



تأثير الحوش الداخلى فى المعالجة المناخية للمبانى فى المناطق الحارة خلال النهار والليل

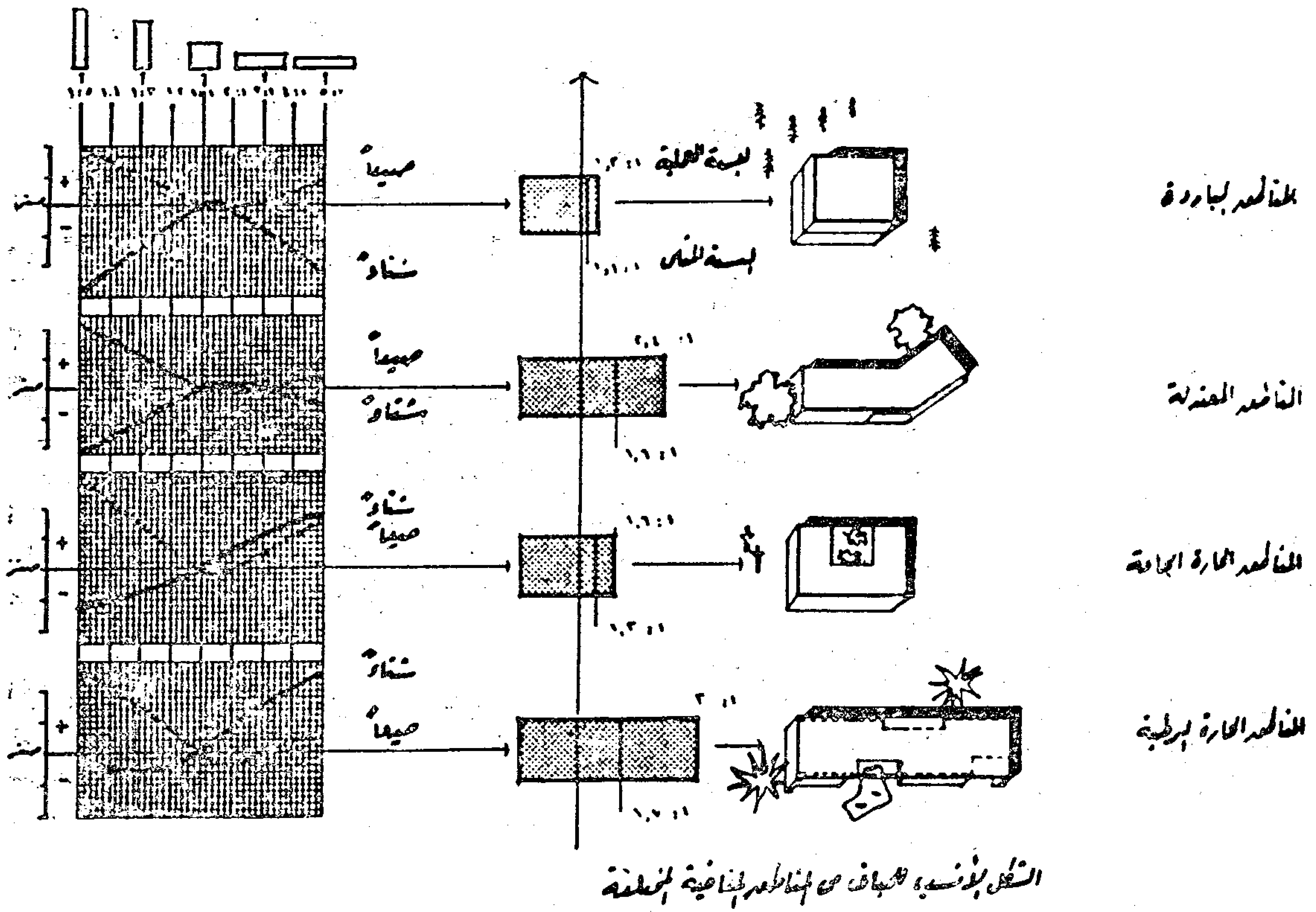
الحوش ومعالجة حركة الهواء الداخلية فى المساكن بالمناطق الحارة الجافة

شكل المبنى :

ينصح فى هذه المناطق باختيار شكل المبنى الذى لا يأخذ استطالة . وذلك فى حالة استعمال نمط التجميع المتضام ، حيث يحقق أكبر قدر من الفراغات الداخلية بعيدا عن الأحوال المناخية الخارجية . وبذلك يحقق الاستقرار الحرارى الداخلى ، واذا وجدت الاستطالة فتكون غالبا للمبانى القائمة بذاتها ، وتكون فى اتجاه شرق ـ غرب حيث تكون أكبر قدر من طول الواجهات شمالى فلا تشكل اشعة الشمس مشكلة ، وجنوبى حيث يكون التظليل أسهل . وشكل المبنى ذو الكتل المركبة المسقطة للظلال هو المرغوب فى مثل هذه المناطق كما تفضل التصميمات القائمة مباشرة على سطح الأرض أو أسفلها وخاصة البيوت السكنية التى يمكن اقامتها كلها أو جزء منها تحت سطح الأرض ، وذلك للتقليل بقدر الامكان من الانتقال الحرارى .

مواد البناء :

يفضل استخدام مواد البناء ذات السعة الحرارية العالية ، التى يمكن زيادتها بزيادة سمك الحائط ، وذلك للتغلب على خاصية المدى الحرارى الكبير الذى تتميز به المنطقة الحارة الجافة . ويفيد استخدام مواد العزل الحرارى (مثل السيلتون) حيث توضع فوق بلاطة السطح وبين مواد بناء الحوائط .



الشكل يوضح الشبابيك في المناطق المناخية المختلفة

يفضل أيضا استخدام النهو الخشن مثل الطوب البارز وذلك لمضاعفة الظلال مع الألوان الفاتحة ، وذلك لأن اللون الفاتح المظلل له تأثير حسن فى عكس الحرارة وعدم التسبب فى الزغلله .

ويجب تلافى الأسطح ذات قوة العكس العالية مثل المرايات والأسطح الملساء فاتحة اللون . ويستحسن استعمال ألوان غامقة حول فتحات الشبابيك وذلك لتلافى الانعكاسات الى الداخل .

تصميم المبنى أ ـ

توضع العناصر غير دائمة الاستعمال مثل المخازن ، دورات المياه ، المطابخ فى الجهة الغربية وذلك لعزل الحرارة ، كما تعزل المناطق ذات الانشطة المولدة للحرارة وفى المبانى العامة تستعمل الردهات لتحقيق التدرج الحرارى .

ويمكن استخدام طرق انشاء ومواد بناء مختلفة فى نفس المبنى حسب استعمال الفراغ ، فالفراغات المستعملة طول اليوم أو نهارا تكون حوائطها سميكة وسعتها الحرارية عالية . أما الفراغات ذات الاستخدام القليل والليلى (صيفا) فتكون من المواد الخفيفة ذات السعة الحرارية المنخفضة ، ويحقق ذلك توفيرا فى مادة البناء وتلافيا للحرارة الشديدة التى تشعها الحوائط السميكة بعد الغروب صيفا .

ويستحسن عدم زيادة الحمل الحرارى بالداخل وذلك بفصل الجزء المستعمل من بعض الاجهزة عن موتوراتها التى تصدر حرارة ووضع تلك الأجزاء فى الخارج .

الاضاءة الطبيعية وتصميم الفتحات :

الاضاءة الشمالية مطلوبة فى مناطق العمل اليدوى أو المكتبى . ويجب أن تكون الفتحات على جميع الاتجاهات الأخرى مظللة .

كما يجب العناية بتصميم الاضاءة الداخلية لدرجة أن الفتحات الصغيرة مطلوبة مع تطلب الأمر حد أدنى لشدة الاضاءة . وتساعد الألوان الفاتحة فى توزيع الاضاءة بانتظام . واذا لزم الأمر استخدام اضاءة صناعية تكون من لمبات الفلورسنت غير المصدر للحرارة .

ثانيا المناطق الحارة الرطبة

١ ـ التخطيط العمرانى

يلعب الهواء وحركته الدور الرئيسى فى تحديد شكل التخطيط الذى يفضل ان يتبع المبادىء الاتية :

* يراعى أن تكون المبانى متناثرة ومتباعدة حتى لا تعوق حركة الاهواء .

* حماية ممرات المشاه والفراغات بين المبانى من الشمس والمطر ، ولكن مع مراعاة عدم اعاقة حركة الهواء .

* بالنسبة لمنطقة مركز التجمع الحضرى، يراعى الا تكون ارتفاعات المبانى به عالية ،وذلك لأن التهـوية الطبيعيـة الجيـدة تؤدى الى الاستغناء عن التكييف الصناعى .

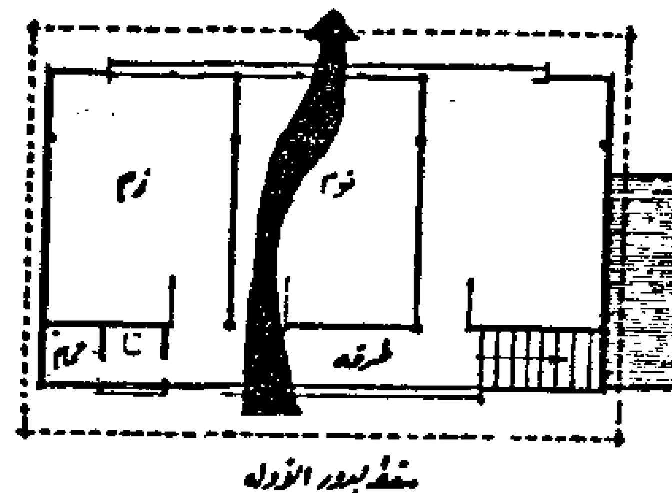
* تـكون الشـوارع طويلة ومسـتقيمة لمساعدة حركة الهواء مع الاهتمام بنظام تجميع مياه الامطار فى حالة استـعمالها او تصريف الزائد منها .

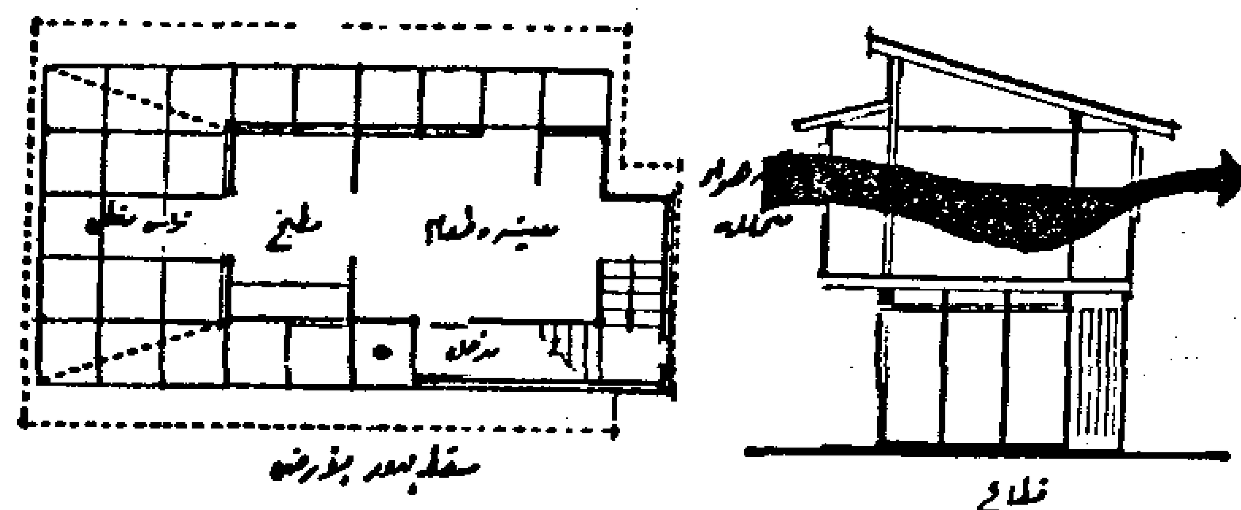
٢ – المبنى

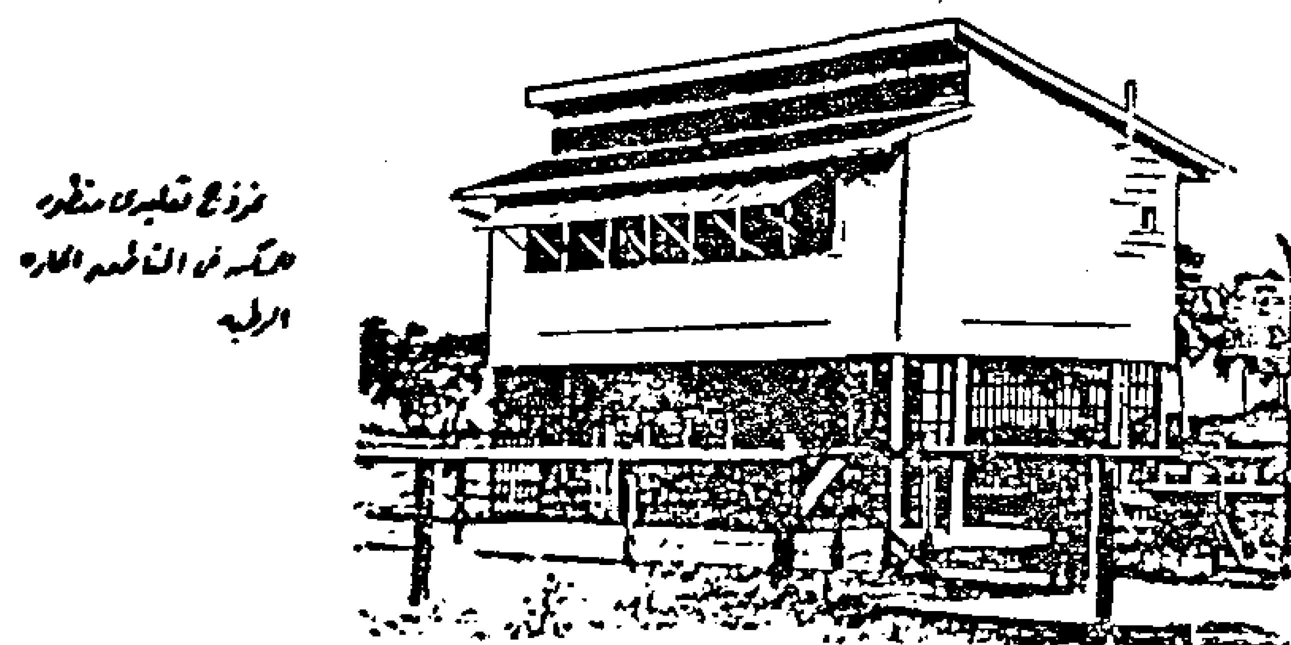
التوجيـه

تخضع اعتبارات توجيه المبانى فى المنطقة الحـارة الرطبة لاعتبـارات الرياح اكثـر من الشمس ، حيث يمكن معالجة تأثير الأخيـرة بطرق متعددة.وفى حالة تكييف المبنى ميكانيكيا تعود الشمس لتأخذ الاعتبار الأول فى التصميم

وتحت جميع الظروف يجب أن تتم تهوية المبنى بهـدف التبريد . كمـا يكون من المهم تظليل الواجهات الشرقية والغربية على حـد سواء .







شكل المبنى :

يستحسن أن يأخذ شكل المبنى استطالة فى اتجاه شرق ـغرب فذلك يزيد كثيرا من مسطح الواجهات الخارجية ويسهل عملية التهوية .

ويأخذ سقف المبنى الشكل المائل للتخلص من الأمطار الا اذا كان هناك غرض للاستفاده به وتسـاعد التراسـات والبلكونات والممرات الخارجية المظللة ببروزات حركة الهواء الأفقية بينما تساعد أبيار المصاعد والسـلالم سريان الهواء فى الاتجاه الراسى .

كما يجب رفع مسـتوى ارضـية الدور الأرضى عن سطح الأرض ، على أعمده وبدون ردم وذلك للبعد عن الارض الرطبة .

ويراعى عند تنسيق وضـع الأشجار مع المبنى أن تكون كافية لتظليل معظمة مع تجنب الأشجار الكثيفة التى تعوق حركة الهواء .

طريق الانشاء ومواد البناء :

نظرا لصغر المدى الحرارى اليومى لتلك المنـاطق حيث يتراوح بين ٥ – ٧° مئويه فان الغلاف ذو التخلف الزمنى الطويل يصبح غير ضرورى ، بل فى بعض الاحيان غير مرغوب فيه والمواد المناسـبة للبناء هى المـواد ضـعيفة التوصيل الحرارى مثل الخشب والبلاستيك واحيانا الألمنيوم الذى يستعمل لخفته . ولتلافى تآكل تلك المـواد يجب تهـوية المبنى جيـدا وباسـتمرار للتخلص من الرطوبة الزائدة التى تؤدى مع الحرارة الى هذه النتيجة .

يراعى الاهتمام بتنظيف الشبك السـلك المغطى للفتحـات لمنـع الحشرات ، وذلـك للاحتفـاظ بحركة سريان الهـواء مستمره فى الغرف ، كما يجب اسـتعمال المواد الكيماوية المضـادة للحشرات والأفـات المنتشرة فى تلك المناطق .

* يستحسن استعمال مواد النهو الخارجى فاتحة اللون .

* يفضل استعمال السقف المزدوج الذى يترك فراغ بين جزئيـه ، وذلك لكى يمر فيه تيار الهواء وما يحققه هذا من استمرار التهويه التبريدية حول المبنى .

تصميم المبنى :

* يجب أن تحظى جميع الفراغات المعيشية بفتحتين خارجيتين على الاقل . كما توضع كل من المطابخ والحمامات والمخازن على واجهـة المبنى الخلفية غير الواجهـة لاتجـاه الريح . ويراعى سحب الهواء الساخن من المطبخ بواسطة مداخن او شفاطات هواء وذلك لتخفيف الحمل الحرارى .

تصميم الفتحات :

تساعد الفتحات الكبيرة العالية والتى قد تمتد من الأرضية الى السقف فى حركة سريان الهـواء . ونظرا لطول فترة الصـيف فى تلك المناطق تكون الشبابيك العلوية المتحركة التى تسـهل عملية التهـوية مسـتحبة مع مراعاة حمايتها من أشعة الشمس .

مضـــمون الخصــــوصية فى البيئـــة الحضرية

الدكتورة سهير حتحوت
كلية الهندسة جامعة عين شمس

الخصوصية Concept of privacy فى مجالات العمارة - والتخطيط الحضرى - والتخطيط العام الشامل ، لها جذور عميقة ذات منطق وكيان وتأثيرها يقع على مختلف المستويات التى تشكل الهيكل العام للبيئة الحضرية . فمشكلات البيئة أصبحت تهدد حاضرنا ومستقبلنا ما لم نتتبع جذورها - ونجد الوسيلة للسيطرة عليها وتنظيمها فى جميع المستويات .

كلمة البيئة Environment تستعمل فى مجالات وتخصصات متعددة ولكن مضمونها يؤكد معنى واحد وهى استمرارية الحياه للكائن الحى فى ظروف تلائم طبيعته فقد كانت أساسا تستعمل كمصطلح فى علم الاحياء وعرفت على انها الظروف الصالحة لتعايش الكائن الحى حشرة تعيش فى جذع شجرة ، فالسمك الذى يعيش فى مياه عذبة لا يستطيع التعايش فى مياه ملحة . فان تغيرت الظروف البيئية تأثرت استمرارية البقاء .

أستعملت كلمة البيئة فى مجال علم البناء ، فى أواخر الثلاثينات وأوائل الاربعينات وقد تخصصت فى مجال تكنولوجى ذات أبعاد محددة التحكم فى تدفئة أو تبريد الفراغ المعمارى لايجاد ظروف تعطى الراحة النفسية والفسيولوجية للانسان كذلك الاضاءة الصناعية كان لها أكبر الاثر على التصميم المعمارى وخاصة على المبانى الادارية ، والمصانع والمستشفيات ، وباستخدام وسائل البيئة المصنعة أكبر الاثر فى كفاءة الفراغ المعمارى الداخلى لذلك أصبح هناك بيئة داخلية وهى المحصورة بين غشاء المبنى وبيئة خارجية وهى الفراغات الموجودة بين غشاءات المبانى وترتفع حتى السماء فهى على اتصال مباشر بالعوامل الطبيعية .

وتطور استعمال كلمة البيئة واتخذت تضامنا أوسع وتستخدم فى كثير من المضمون الحضرى ، وليس من السهل تحديد ، حدود مضمونها فالبعض يعتبرها تشمل جميع الاشياء الموجودة بالمكان سواء كانت أشياء ثابتة أو متحركة . بيئة طبيعية من صنع الخالق أم بيئة صناعية تدخل الانسان فى تكوينها وتنسيقها ، فالمدرسة كمثال بالنسبة للطفل تعنى له ، الاطفال أقرانه والمدرسين والمدرسات وهيئة الادارة .... الخ ، ثم تأتى الثوابت الفصل - وفناء التجميع - فناء اللعب ، المقعد والمنضدة أى كل ما تحتوية المدرسة من عناصر داخل سورها وهو يرمز لكيانها ويوضح حدودها School territoriarity .

وكلمة الخصوصية privacy فى البيئة ليست بظاهرة اجتماعية كما تبدو امن الوهلة الاولى بل مشكلة قد نتجت وتضمنته ما فعل الانسان فى بيئته من بناء وتشييد وطرق وكبارى لخدمة السيارات ، وفى غمرة نشوة انتصار تفكيرة ورؤية ما أنتجته سواعده وهو يستخدم نظرياته ودراستة فى فخر وجد نفسه ، قد حقق الانتصارات المادية وأهمل السلوكيات والمعنويات ، وجد الانسان نفسه مطرودا من البيئة التى عاشها ومارسها وبذلك بدأ يفقد أتجاه ومساره وأصبح تائها فى هذه البيئة الحديثة . صنعها الانسان وهو معتقد أنه يشيد مجتمع أمثل ونسى أنه بهذا التفكير سيقتل مجتمع عريق وليس فى استطاعته تكوين أخر متجانس فالبيئة المعاصرة تخدم الماديات وتتجاهل السلوكيات فالبيئة الحضرية أصبح المقصود بها تقسيم المدينة الى مناطق سكنية ، وأماكن تجارية وخدمات . ومناطق صناعية فهذا تخطيط ضمنى حتى اذا أخذنا فى الاعتبار كلياته وجزئياته فالغرض من البناء انشاء بيئة صحية ناجحة صالحة لتعايش الانسان واستقراره .

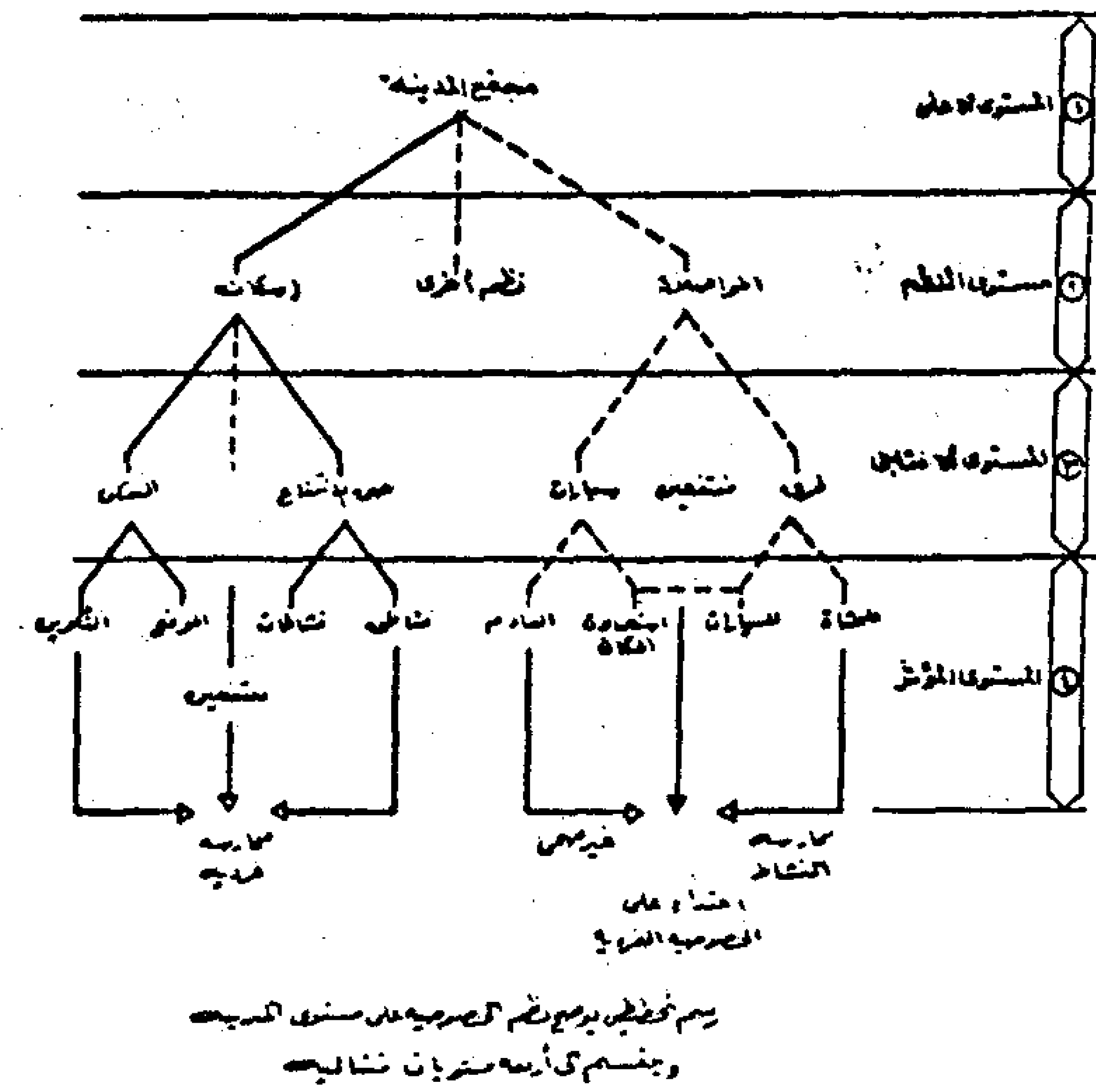
فالكفاءة والجودة فى البيئة العمرانية لا يقوم على عوامل اساسها جزئيات التصميم بل شمولية التكوين . فالحكم أولا وأخيرا ارد

فعـل اسـتجابة المنتفعين ودرجـة راحتـهم النفسـية لأنهم الممارسون .

الخصوصية فى البيئة الحضرية : —

الخصوصية Privacy استخدماتها لعدد من التخصـصات فقد اشـترك المعمارى المصـمم والمعـمارى المخطط ، والاخصـائى ، والنفسانى فى شرح مضمونها فى البيئة الحضرية واتخذ معنا متبينا تخصصه الدقيق فالدراسات الاجتماعية اوضحت معناها على عـدم التدخل فيما يخص الفرد والتحـكم فى ضـبط النفس فى وضع معين فى مكان محدد وهذا يتبع تحديد الوضع الاجتماعى ووضعه فى تسلسل نمطى . اما الدراسات السـيكولوجية الخاصة بالبيئة تشـمل الظروف المحيطة على الفرد ورد فعـله وانطباعاته الحسية بالنسبـة للمكان والمجتمع الـذى يعيش بين افـرادة سـواء كان اسرة او مجموعة من الناس ويمكن تلخيص هذا فى فعل ، ورد فعل الفرد للبيئة الموجودة ومن هنا تبلور وتحدد المعنى والرأى الاول يفرض ان الفرد هو المضـمون وبذلك فرد الفعل سـلوكياته هى الموضـوع وأما الـرأى الثانى يتخـذ الفرد هو الموضوع وبذلك فممارسته للمكان هى المضمون ولترجمـة هذا المعنى معـماريا نجد ان الغرض الاول يتبع دراسة المكان ليناسب وظيفه معينه، حيث الفراغ قد صمم ليناسب نشـاطاً محددا اما الغـرض الثـانى فهو يعتـمد على تجـربه حقيقه وهى تحدد الهـدف من الفراغ وكفاءته الوظيفيه التى وجد من اجـلها لخدمة الفرد — الاسرة — المجموعة ، وما من شـك ان المعمارى هدفه الاول تكوين الفراغات المعماريه لارضـاء المنتفعين بها مع مراعاة امداده بالراحه النفسية من داخل المبنى وخـارجه وليس من السـهل الوصول الى حل يرضى جميع المنتفعين انفسهم مختلفين فى طبيعتهم .

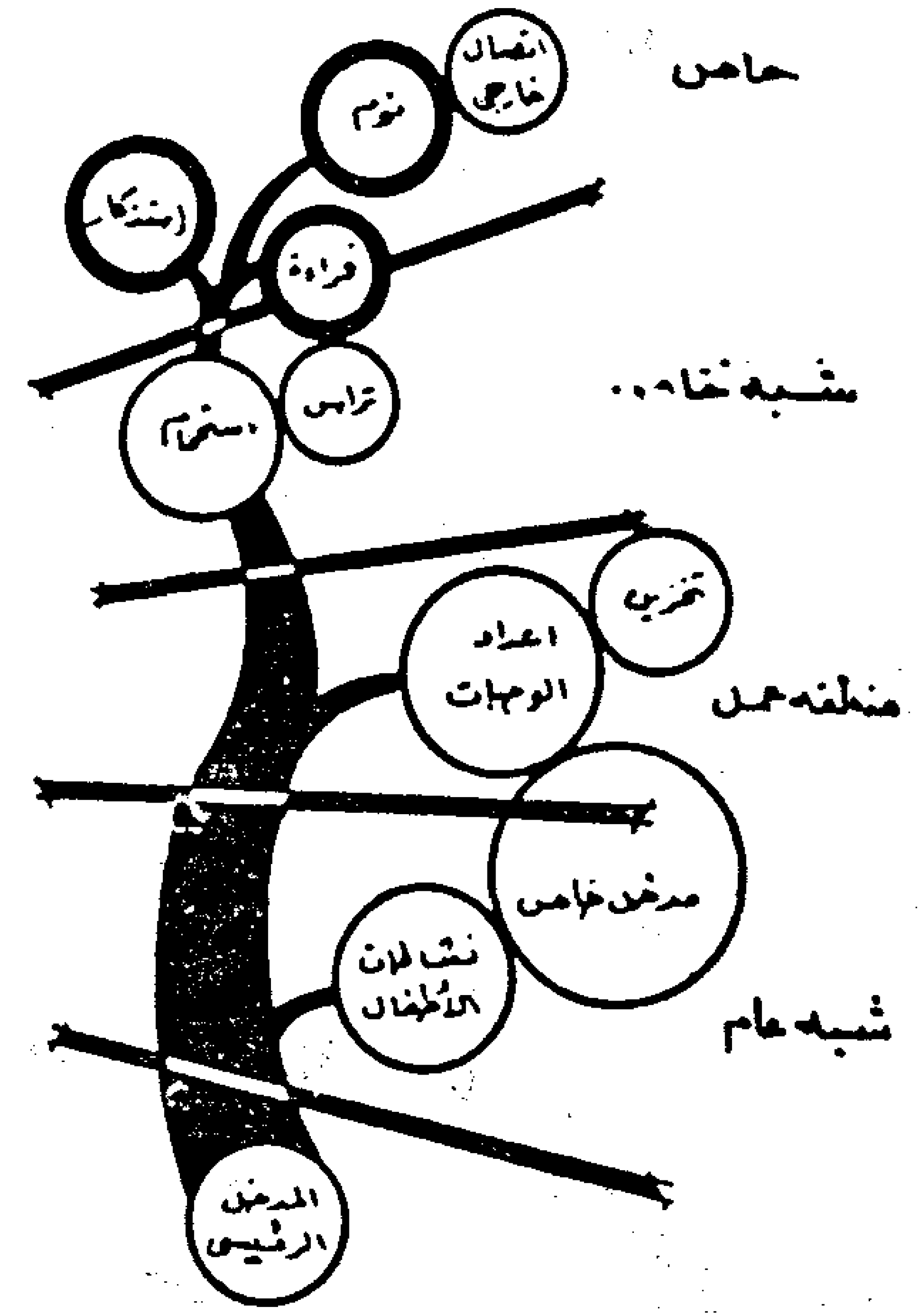
وبالتالى فالخصوصية للمصمم هى اتخـاذ قرار لتكوين اماكن وفراغات لتناسب نشـاط الفرد والمجمـوع ، وتعطيه الراحة ، بصريا — وسمعيا — وشميا وهذا يعنى كفاءة التوجيه واحكام وتنظيم العلاقات والفراغات التى تناسب الاستعمالات الخاصة والشبه خاصه — والشبه عامه والعـامه على السـواء من حيث الحجم والوظيفة ... مناطق التوزيع — عناصر الحركة افقية وراسية ، والباب والشباك كلها عوامل تعبر عن منطقة فصل واتصال . فهناك معانى مثل منطقة Zones — حاجز Buffers — فاصل صـوتى Screen فاصل نظرى كلها تؤكد نقط انتقالية . فالمدينة تتكون من مناطق تجارية ، وسكنية وترفيهية .. الخ Zones تربط بينها الطرق ، والشوارع التى تخدم المدينة كشرايين حركة . ومناطق مزروعة للفصل بين منطقتين كما أن المكان قد يتكون من عـدة مبانى تحتاج لتحديد ملكيتها او حدودها سواء كانت عامة أو خاصة ولذلك فهى تحتاج لفاصل قد يتمثل فى السـور ثم تأتى الحماية العصرية وهـذا يأتى باسـتعمال العناصر التى تحجب استمرارية الرؤية .



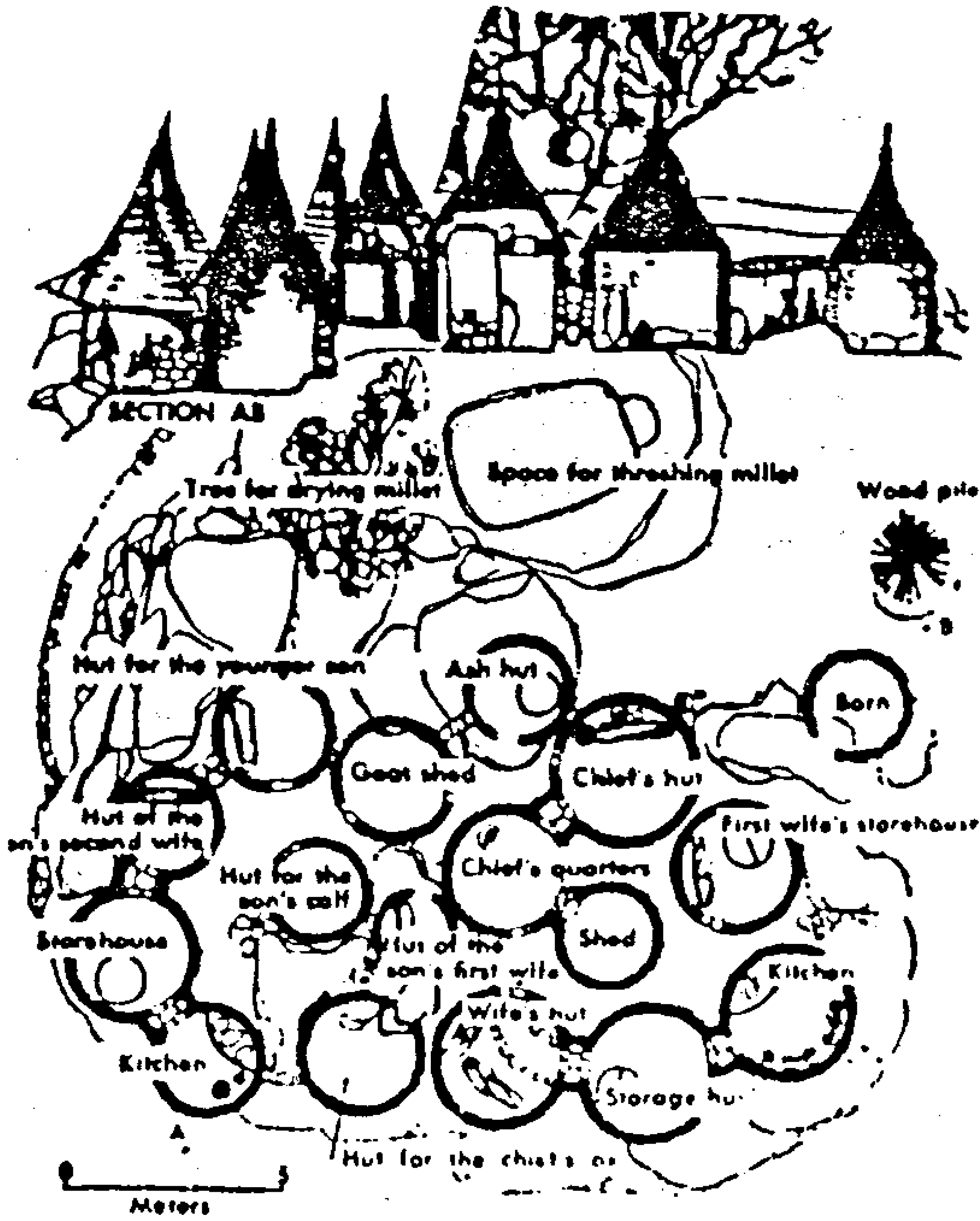
رسم تخطيطى يوضح نظم الخصوصية على مستوى المدينة وينقسم الى أربعة مستويات متتالية

أن مشكلة الخصوصية تواجه مجتمع المدينة فى عدة مستويات (ش١) فهى تبدأ من الوحدة السكنية فالمجاورة — ثم الى الحى السكنى .. الخ كل حسب المستوى الواقع فيه فاذا اتخذ بمنطق النفسانى والاجتماعى فانه يعطى حـلا للجزئيات فى حدود الوحدة السكنية وعلاقتها بالمجاورة ولكن اذا كان الوضع معقـدا فانـنا نحتاج للكليات حتى نصل لمسـتوى الجزئيات اى ان الخصوصية هى أحكام وتنظيم — على مستوى المدينة .

الوحده السكنية بالنسبة للفرد — والاسره هو فراغ معمـارى لحماية كيـان اجتمـاعى فالفراغات تخدم نشـاطين رئيسين ، فـراغ المعيشة . وهو فراغ الاتصال الاجتماعى بين افراد الاسرة وبين الاصدقاء والاقارب ، ومنطقة للاسترخاء والعزل النفسى وتمثل فى غرف النوم ودرجة الخصوصية فى كلا الفراغين تختلف ، ويتبع كل فراغ فراغات أخرى كأماكن الاغتسال والاستحمام وأماكن الطهى والتخزين وعلاقاتها بركن الطعام ، فالخصوصية فى الوحده السكنية هى تعبير عن الكفاءة فى الحركة والاستخدام مع الحفاظ على كيان اجتماعى قائم . فقد أصبحت مشكلة تؤرق مجتمع الفرد والمجتمع سواء .



الفراغات المعمارية الخاصة بالنشاطات القائمة بالوحدة السكنية ـ مع مراعاة توزيع نظم الخصوصية المطلوبة



سمات الخصوصية فى العمارة : ـ

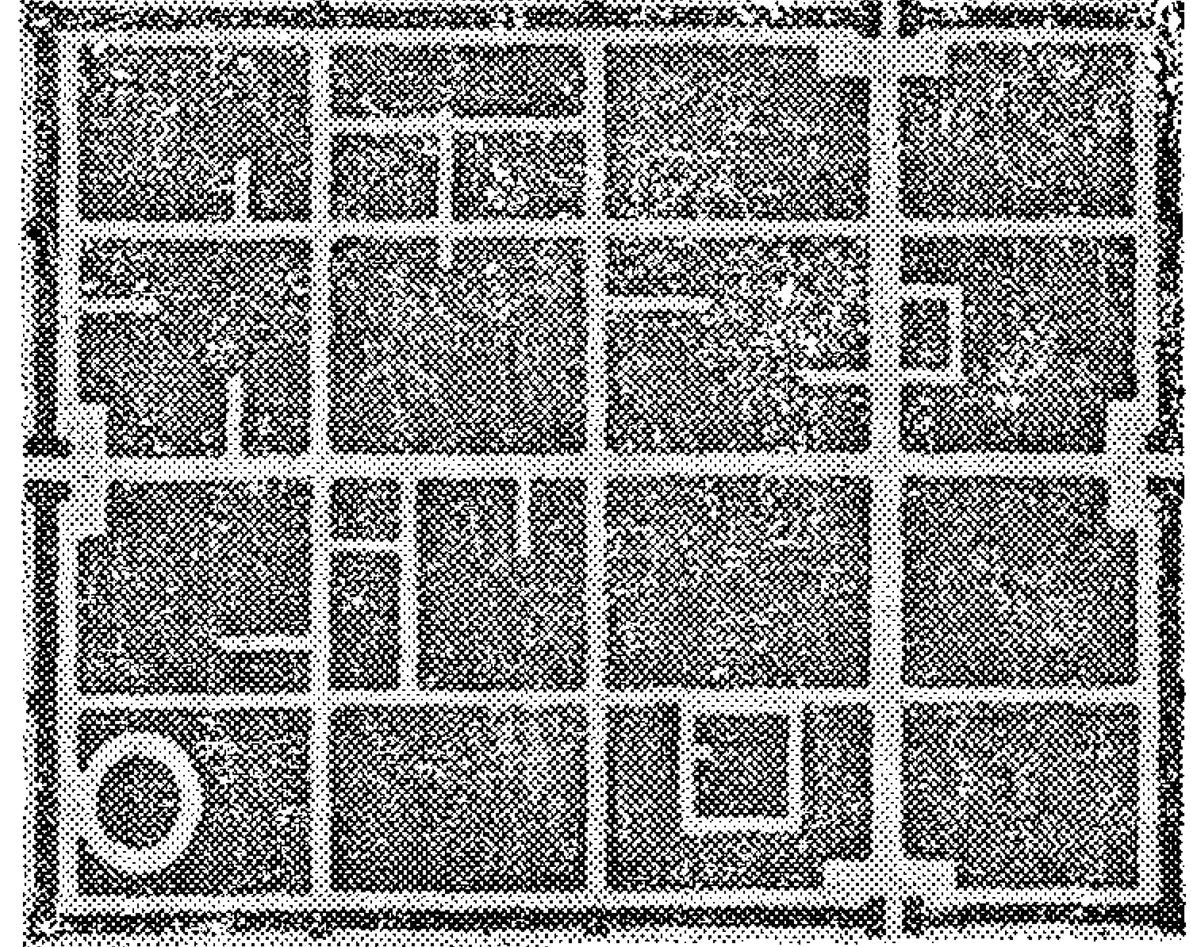
والسؤال يطرح نفسه هل الخصوصية ظاهرة حديثة طرات على البيئة العمرانية المعاصرة ؟؟

والجواب . لا . فالخصوصية فى الحضارة وجدت من وقت أن بدا الانسان بالبحث عن مأوى يقيه شر العوامل الطبيعية ثم تطورت عندما بدأ يفكر فى بناء مسكن لاهله وعشيرته .

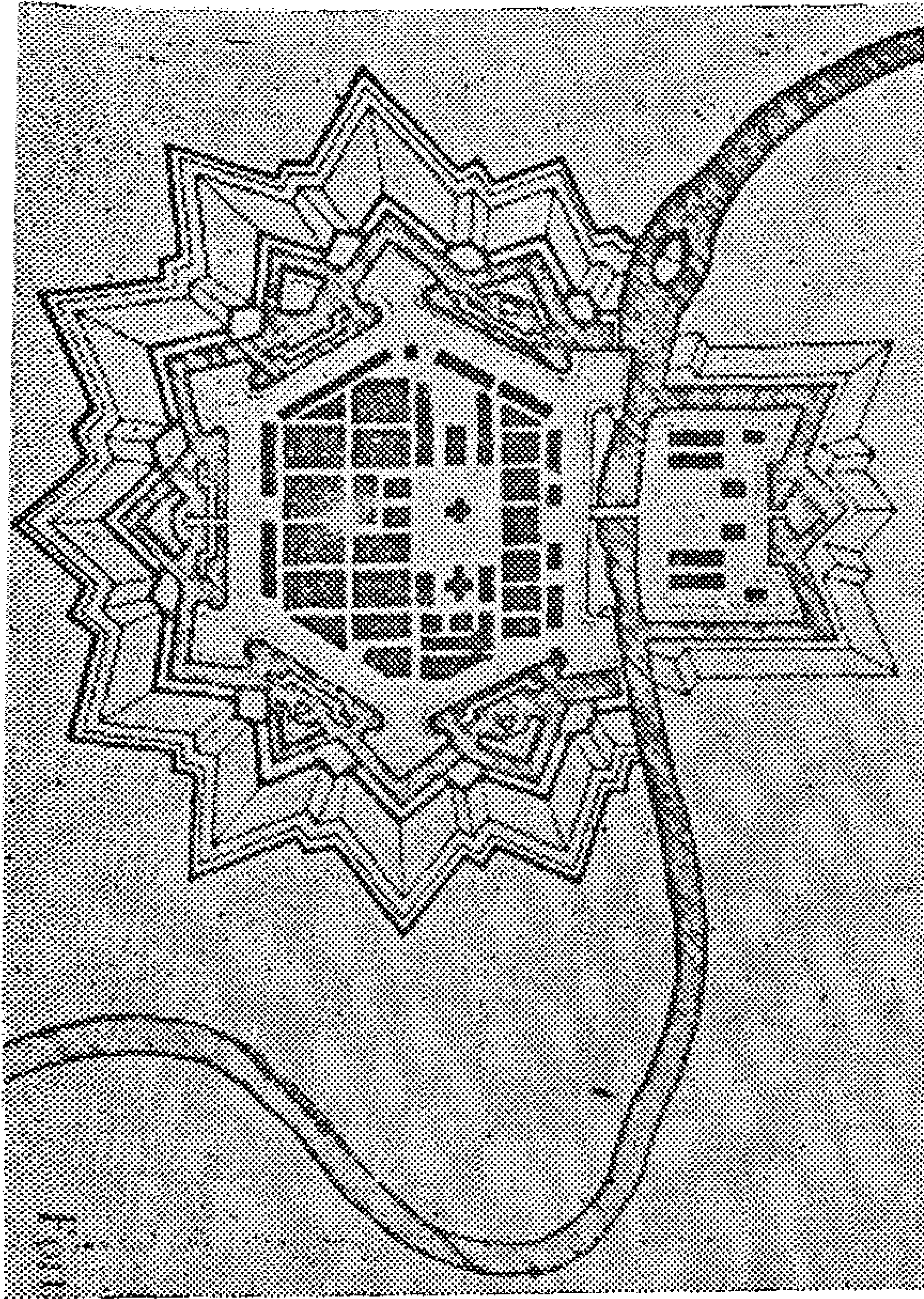
فالخصوصية (Concept of privacy) عبر عنه فى تاريخ البناء والتشييد كعامل لحماية وضع اجتماعى قائم ، والدفاع عن كيانه من الاخرين ، ومن الطريف انه مازال فى بعض القبائل الافريقية الباب يرمز للخصوصية فالرجل يهدى لعروسه بابا علامة على رغبته فى الزواج منها . ففى المجتمعات البسيطة كلا الماضى والحاضر أوضح استعمال الفراغات وتحديد خصوصياتها من حيث الاستعمال العام الشبه عام ـ الشبه خاص ـ والخاص وقد اكدها وعبر عنها بوسائل بسيطة بوضعه حجر يشبه القبة الصغيرة أمام المنزل يحدد حدود مسكنه toritoriality ويرمز لملكته الخاصة Domain وهناك الكثير من امثلة . فمنزل رئيس قبيلة بالكاميرون (ش ٣) فقد حددت البيئة المعمارية النظم الاجتماعية واستعملت فيه الوحدة الداخلية المخروطة الشكل كنمط معمارى واستخدم فيه المواد المحلية المتكاملة مع البيئة المحيطة ثم يأتى التكوين والعلاقات والمخل ويحدد بشاهد خشبى مكان الزعيم وهو فى المركز وأجنحة الزوجات تحيط به ثم يتبعها أماكن الاطفال ثم الخدمات ،والمجموعة كلها تخدم وضع اجتماعى قائم تتبع تكوين عضوى متكامل الفراغات الخارجية والداخلية أعطت الحماية المطلوبة والخصوصية المرجوة وتأتى العمارة الاسلامية كانت احدى الحضارات التى عبرت عن كيانها باحترام تعاليم الاسلام ، فقد كان دين حماية اجتماعية ، وعلاقات أسرية ، يظهر هذا فى المسكن العربى الذى يتبع نظام الحوش المكشوف والفتحات تطل عليه وهناك رأى اخر يؤكد أن هذا الطراز قدظهر لخلق منطقة مكشوفة داخلية وفى الوقت نفسه بها ظلال لحماية المنزل من حرارة الشمس وهذا المنطق مقبول لانه يحمى البيئة الداخلية ويعطى الخصوصية .

فالعمارة هى مرآة الحضارات ، فالتكوين المعمارى يعبر عن حياة مميزة قامت تحت ظروف اجتماعية واقتصادية مميزة فالمدن قديما كانت تقام لتحقيق روية طبيعية للفرد تؤكد وجودة وممارسته للحياة ويتبعه الفرد بدون مجهود ذهنى الى نظام اجتماعى محدد ويعبر عنه فى تكوين المدينة نفسها فالخصوصية كانت وسيلة يمارس داخل فراغات المدينة،وتستوعب نشاطه فى سهولة وكفاءة فكان المجتمع والمدينة انفعال لرد فعل معلوم انكيان كل فى تعامل اجتماعى مع البيئة التى شيدها ليخدم كيانه وفكرة وعقائدة تؤكدخصوصية شعورة بالحماية

والامان . وهذا التنظيم يبدأ من أطراف المدينة حتى مركزها الحضرى فالمدن الرومانيـة ومن امثلتها اوستا Oasta كانت تتبع سهولة المراقبة بين فرق الجيش فالمدينة تتبع الخط المستقيم فالشكل متوازى أضلاع له أربعة مخارج واحد فى كل ضلع . ويقسم المعسكر الى شـارعين رئيسيين متعامدين ثم يأتى التقسيم الفـرعى (ش٤) . وفى القرن الحادى عشر ظهرت الاسوار



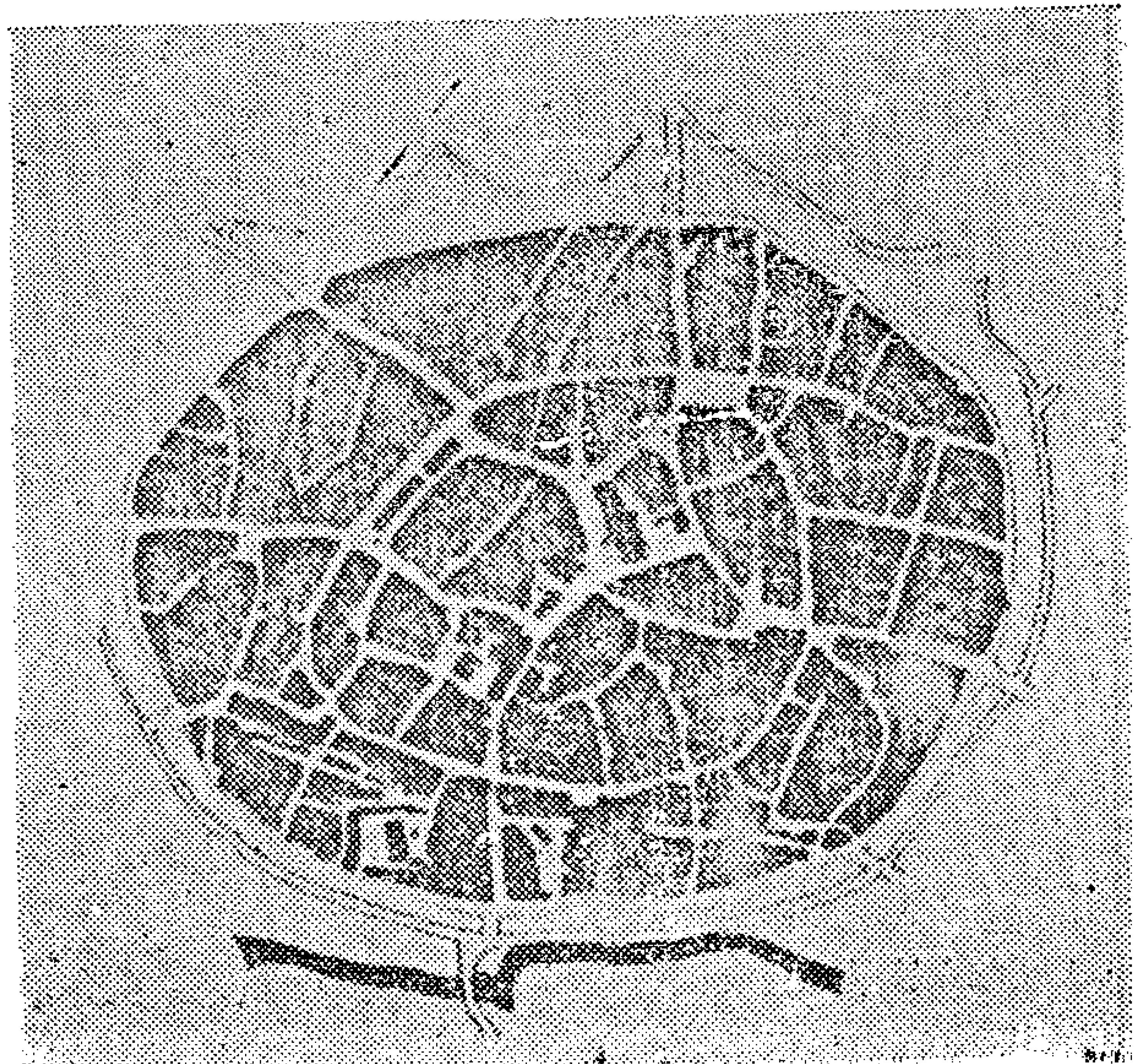
حول المدن للحماية من اغارة الجيوش المعادية (نردين) وقد تطورت هذه الاسوار وكان من نتيجتها أن المدينة محدد كثافتها وعدد سكانها وحجمها من يوم نشأتها وبدأت تأخذ الشـكل الدائرى ليتيح المراقبة . ومن هذه الامثلة مدينة سيراليون ويمر النهر كفاصل طبعى بين قصر الحاكم على ضفاته ــ والمدينة على الضفة المقبلة حتى أن المدينة كانت تستعمل كفاصل للحماية لقصر الملك . ش ٥ (أ ، ب)

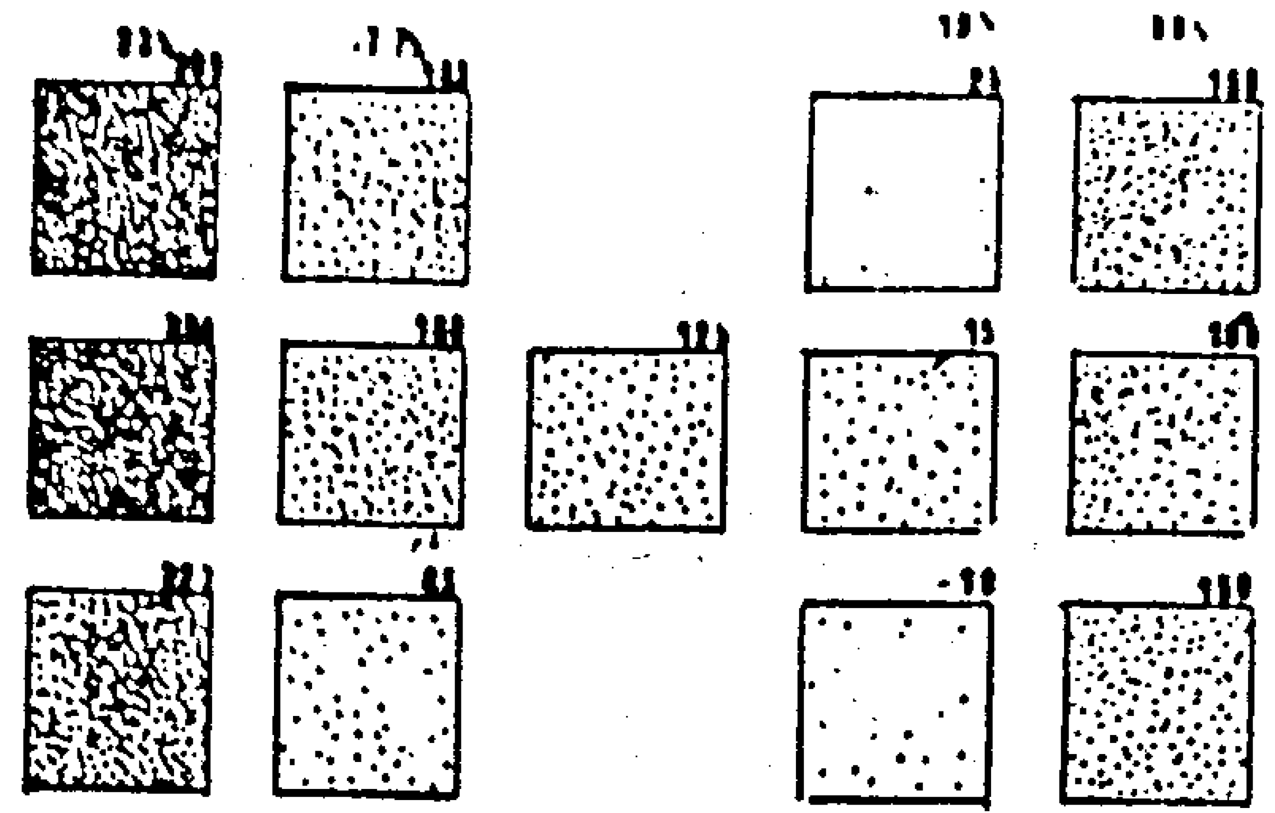


فقد وضـحت روية الخصـوصية كنظام متتـابع اجتماعيـا وحضريا . ويتطـور العلم والتكنولوجية المدنية أصبح السور لايعنى وقاية لانها قد تغزى جوا ، وبدأت المدن الحديثة تنموا فى جميع الاتجاهات .

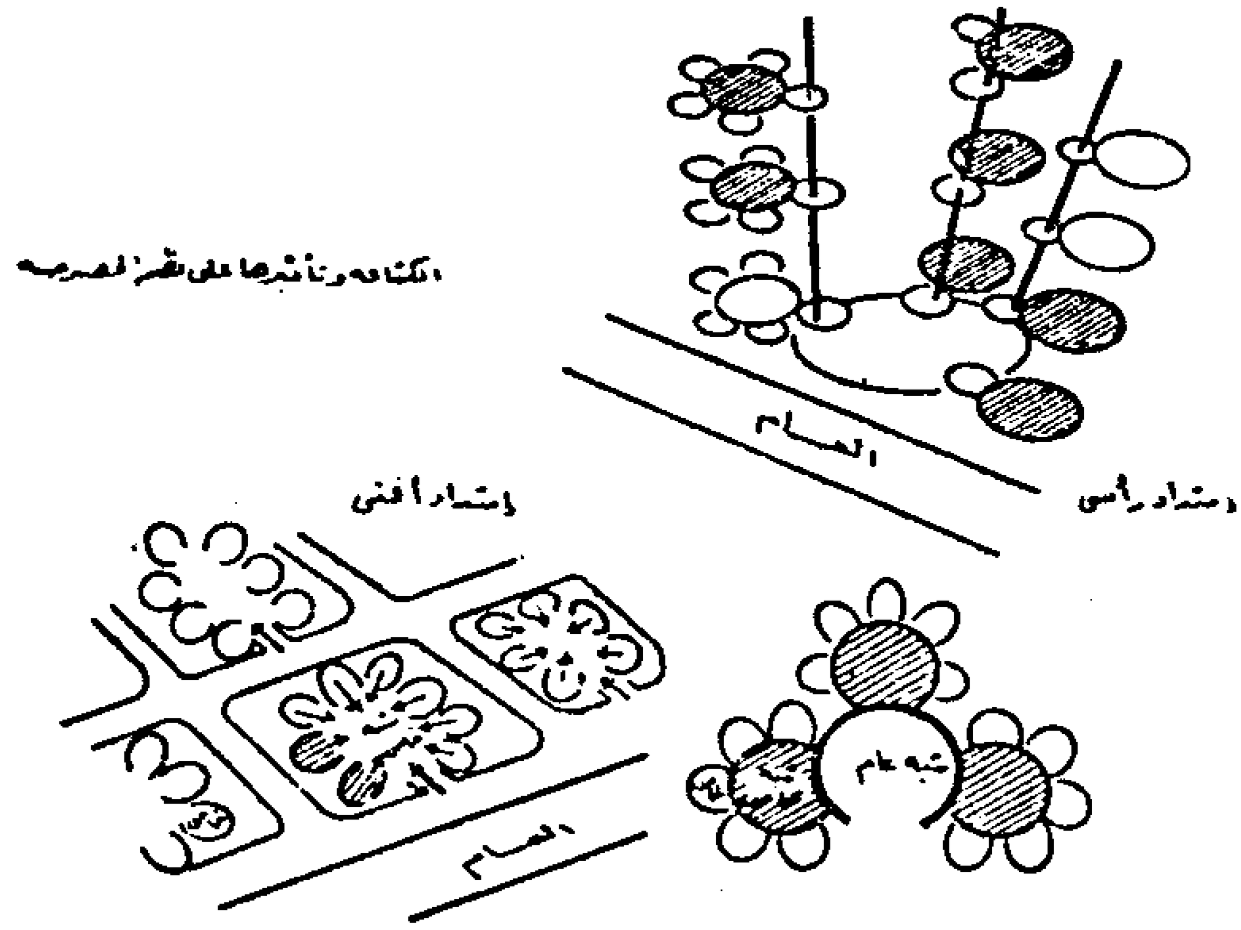
أسـتراتيجية الكثـافة السـكانية فى المدينـة المعاصرة : ــ

أصبحت المدن تخدم الدخل القومى فما هى الا ملتقى طرق تحصر بينها مجموعة من البشر لخدمة الانتاج والاقتصاد القومى وهـذا هو منطق العصر . فما طرأ من تغييرات وتقدم علمى وتكنولوجى فقـد أثر على الحالة الاقتصـادية وبالتـالى على مستوى الحيـاة الاجتماعية . وأصبحت المدينة تنموا بطريقة سرطانية وذادت كثافتها واتسعت رقعتها وارتفاعاتها التى غيرت المعايير المعمارية. فأصبحت المدينة تنموا والطرق مأوى للسيارات . واكثر من هذا فقد أنشأت لها الكبارى العلوية لتشق طريقها معتدية على خصوصية المجتمع . وتلوث له الفراغ الخارجى بعوادمها المتصاعدة وضجيجها المرتفع فالكثافة تعبر عن عدد الافراد فى الوحدة المساحية (فدان) فاذا كانت الكثافة توخـذ على أنهـا مثلا مئة وخمسون فردا فى الفدان فى المدينـة كلها فاذا





اعتبرنا أن ٣/٤ الكثافة السكانية على كثافة ١٢٥ نسمة فى الفدان فأن باقى المساحة بكثافة ٣٥٠ نسمة فى الفدان وهذه كثافة عالية (ش٦) ولكن ما يحدث هذه الايام أن منزل الاسرة الواحد يحدد بحديقة اصبح يقام عليه عمارة سكنية تحتوى على (٥٠ ــ ١٠٠) وحدة سكنية وهذه هى الطامة الكبرى فان عنصر الكثافة أصبح لاكيان له فى المدينة حاليا حتى المدن الجديدة فقد حددت حجم المدينة بكثافة ثابتة وارتفاعات معظمها ثابت ومن المنتظر أن تأتى هذه البيئة جامدة ينفر منها سكانها . وتكونت المبانى بارتفاع ثلاث او اربعة ادوار حول افنية غير محددة الاستعمال اهى خاصة ــ شبة خاصة ــ ام انها شبه عامة (ش٧) . واين الخصوصية الفردية .



فالتكوين المعمارى للوحدات ، وتحديد ارتفاعها ، واحجامها ، والفراغات بينها،وعلاقة اماكن الحركة والتوزيع ، وعلاقة الفرد بالاسرة والمجتمع ، وعلاقة المسكن بالمجاورة ــ وسيطرة التصميم على جزئيات فى حدود حجمه واهميته هذا الشرط المقتطب (وضح الخصوصية)فى البيئة الحضرية ، على انه نظام داله اجتماعيه عمرانية متصلة الى اعلى المستويات عرفها اسلافنا على انها ضرورة لحياة الفرد والمجتمع وافسدنا الكثير منها تحت ستار الماديات .

المدخل لحل مشاكل الاسكان الحضرى في مصر

دكتور يحيى عثمان شديد

المســكن ، هو البيئـة التى يعيش فيهـا الانسان، وتعتبر هذه البيئة من اهم الاحتياجات الرئيسية لاستكمال مقومات حياته ، وبصـفة عامة تأتى اهمية الاسكان بعد الغذاء والملبس مباشرة إن لم يكن مساويا لها كعامل من العوامل الأساسية للحياة ، ومهما اختلفت الصــورة ومهما كان نوع المســكن وانماطه التصميمية المختلفـة والمنتفعين به ـ فان له متطلبـات من هدوء وصحة وخصوصية .

غير أنه قد اصـبح توفير المسكن الملاءم مشكلة « حادة » فى مصر ، ولا شك ان احـد الاسبـاب الرئيسية لهـذه المشـكلة هو تزايد السكان بصفة عامة وسكان الحضر بصفة خاصة وهى مشكلة « متفاقمة » حيث يتزايد عليـه الطلب بصفة مستمرة لأيواء الافواج الناتجة عن الزيادة المستمرة فى عدد السكان ولأيواء السكان الذى تتقادم مساكنهم وتصبح غير صـالحة للسكنى ، وأيضا لمن يسكنون فى مساكن غـير صحية فى الوقت الحاضر .

وشهدت مصر ، بعد حرب عام ١٩٧٣ ، تنمية عمرانية مكثفة غطت مراكز الحضر الرئيسـية (القاهرة ، الاسكندرية ومدن القناة) وغـيرها من المدن الكبرى ، كما اخذت الدولة بسياسة تنمية المدن والمجتمعات الجديدة (أنظر شـكل رقم ١) ، فقامت بتخطيط وتنفيـذ مجتمعات حضرية خارج الـوادى فى المناطق الصـحراوية وبهـدف تخفيف الضـغط على وادى النيـل ودلتـاه ، الذى يعانى كثافة سـكانية عالية ـ لا مثيل لها فى العالم ـ وللحفاظ على الرقعـة الزراعية المحدودة .

... ورغم الجهود التى بذلت ، فلا زال الاسكان الحضرى فى مصر يمثل مشكلة كبرى ولا سيما بالنسبة للطبقات محدودة الدخل .

ويتضح مدى تضخم المشكلة الاسكانية فى مصر ، من تقرير لمجلس الشورى الذى اعتمـد على دراسات المجالس القـومية وبيانات وزارة الاسكان والذى أوضح فيه ان اجمالى الوحدات السكنية المطلوبة لسكان الحضر فى عام ٢٠٠٠ تبلغ حوالى ٣٩٢ر٤مليون وحدة سكنية وكما هو موضـح بالشـكل رقـم (٢) منهم ٧٠٠ر١ مليـون وحـدة للاحتياجات الحاليـة ، ٢١١ الف وحـدة لحاجة الاحـلال ، ٥٠٠ر٢ مليون وحدة لاحتياجات المستقبل ومما يزيد المشكلة خطورة ان حاجة القاهرة الكبرى من هذا الكم تبلغ ٣٠٠ر٢ مليون وحدة سـكنية مطلوب بناؤها خـلال فترة الخمس عشر عاما القادمة . واما نوعيات هذه الوحدات المطلوبة فيلاحظ ان الاسـكان الاقتصادى سيخصه نسبة ٧٠٪ من العدد الاجمالى المطلوب تنفيذه حتى عام ٢٠٠٠ ـ اى حوالى مليون وستمائة الف وحدة اسكان اقتصادى .

وهذا البحث « المدخل لحل مشاكل الاسكان الحضرى فى مصر » ، يتناول بشـكل محـدد المعوقات والمشـاكل المترتبة عليها والمتغـيرات الاقتصـادية ، وذلك بهـدف وضع تصـوراتنا لبعض الحلول التى تحـد من حجم المشكلة وتفاقمها .

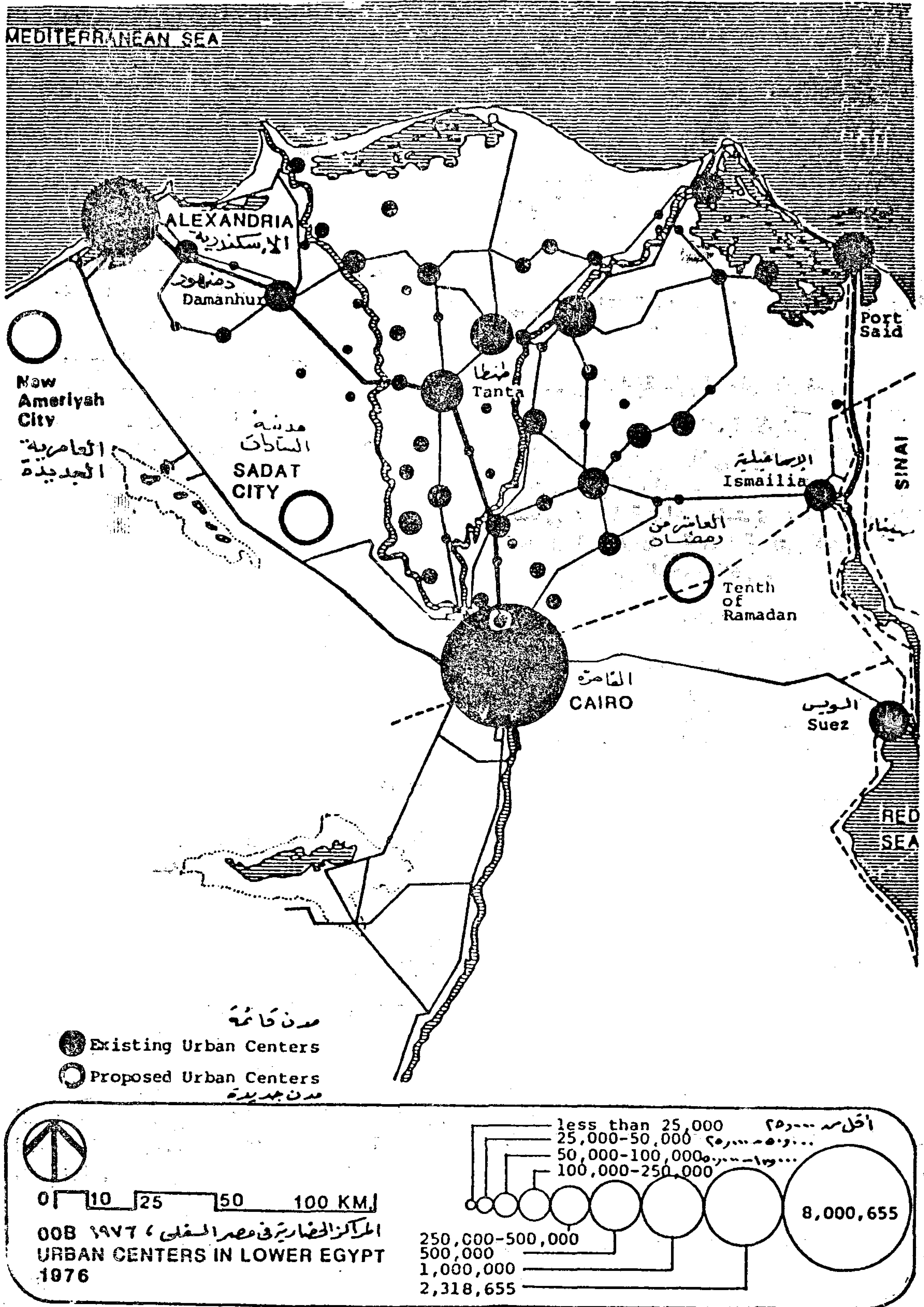
المعوقات والمشاكل المترتبة عليها

ان المعـوقات التى تحـد من عملية توفير وحدات الاسـكان الحضرى فى مصر والمشـاكل المترتبة عليها يمكن أيجازها فى الآتى :

تكلفة المبنى ـ ارتفاع أسعار أراضى البناء ـ ارتفاع اسعار مواد البناء وندرتها ـ ارتفاع أجور العمالة ، ارتفاع تكاليف البناء فى القطاع العام ـ التمويل ـ الايجارات والملكية .

بالنسبة لارتفاع تكلفة المبنى :

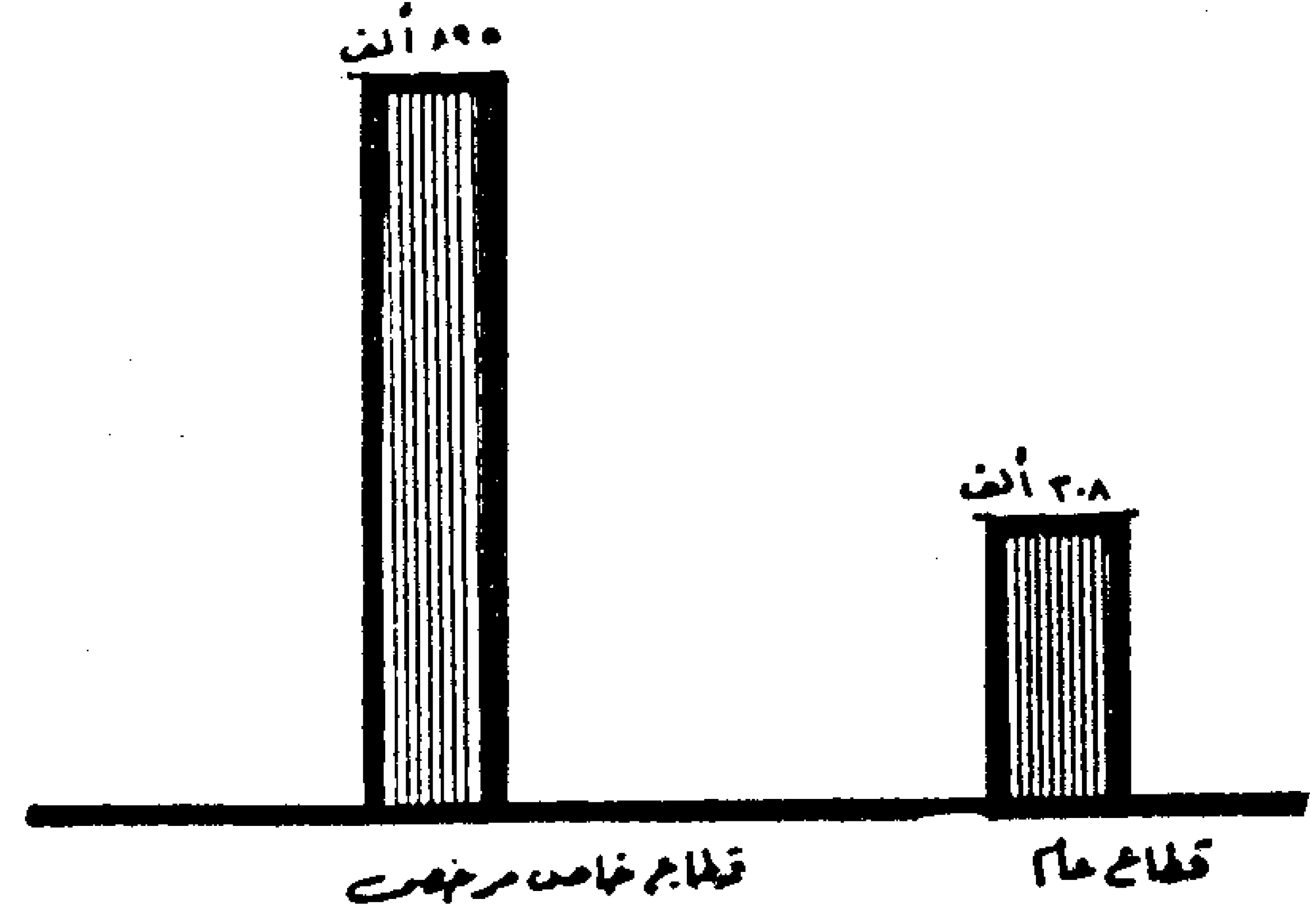
فيعتبر عنصرا اساسيا من عناصر المشـكلة الاسكانية فى مصر ، فهو يؤثر بشكل مباشر على المطروح منها فى سوق الاسكان والطلب عليها فارتفاع التكاليف يعنى عجز صغار المستثمرين الذين اعتادوا على استثمار اموالهم فى الأسكان المتوسط والشعبى فى الماضى عن الاسـتمرار فى هذا المجال ، وبالتالى يفقد الاسكان الاقتصادى المخصص لسكن الطبقة العريضـة من سـكان المجتمـع « مموليـه الأساسـيين » من القطاع



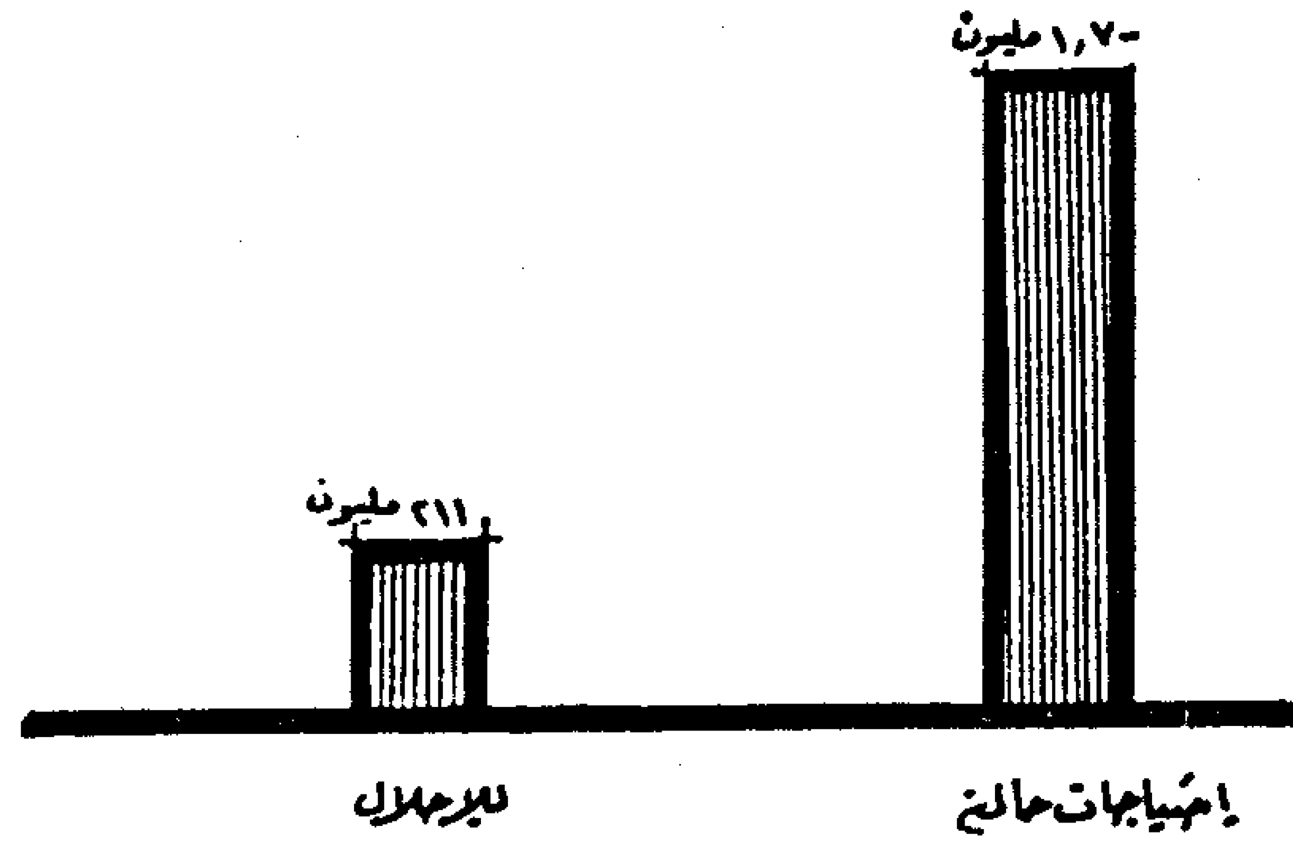
شكل رقم (١)

مواقع المدن الجديدة المستقلة الجارى تشييدها حاليا فى مصر حتى عام ٢٠٠

المصدر : تقرير المخطط العام لتنمية مدينةالسادات ، ١٩٧٨ .



شكل رقم (٢ ـ أ)
توزيع الوحدات السكنية التى تم بناؤها فى الفترة من ١٩٦٠ حتى ١٩٨٣ ويبلغ العدد الاجمـالى لها نحو ٧ر٢ مليون وحدة سـكنية



شكل (٢ ب)
الوحدات السكنية المطلوب انشائها فى مصر حتى سنة ٢٠٠٠ .
(وتبلغ جملتها ٣٩٢ر٤ مليون وحدة طبقا للاغراض الموضحة فى الرسم البيانى)

الخاص (١) ، وكذلك يؤثر ارتفاع التكاليف على قيام القطاع العام بتشييد المبانى السكنية ذات المستوى الاقتصادى طالما أن هدف القطاع العام هـو تحقيـق ربح ـ يغطى به رواتب الاعـداد الضخمة من العاملين فيه (٢) ـ أما من ناحيـة الطلب فان ارتفاع تكاليف المسكن تجعل الغالبية من الفئات محدودة الدخل ، والتى تأثرت بفعل التدهـور النسـبى فى دخولها ، غير قادرة على الحصـول على مسـكن يتناسـب مع قـدرتها الشرائية .

وبالنسبة لارتفاع أسعار اراضى البناء :

فتعد أراضى البنـاء المتاحة داخـل كردون المدن محدودة للغاية فى مقابل تزايد الطلب عليها بمعدلات بالغة الارتفاع ، وذلك لعـدة أسـباب منهـا :

ـ انتعاش النشاط الاقتصادى والسياحى وزيادة الطلب على الأرض بغرض انشاء الفنادق والمنشآت السياحية والترفيهية ،

ـ توسع مشروعات الانفتاح داخل المـدن بهـدف أقامة مشروعات اسـكان ادارى أو مشروعات تجارية وصناعية مختلفة ،

ـ والمضاربة على أسعار الاراضى .

وقد زاد من حدة ندرة الأرض اتجاه الهيئات الحكومية الى بيع أراضى البناء عن طريق المزاد العلنى ، وبذلك أصـبحت الأرض فى الـوقت الحالى « سلعة تباع وتشترى » ، واهدر بذلك أحد الموارد الأنتاجية الهامة التى كان ينبغى أن تستغل لصالح المجتمع ككل .

وفى مجال ارتفاع أسعار مواد البناء وندرتها :

فقـد تطـور الطلب على مـواد البنـاء فى « السـبعينات » تطـورا هائلا نتيجـة للانتعاش الكبير فى مجال التشييد والتعمير ، وقد كان من المفروض أن يقابل ذلك تطورا مماثل فى أنتـاج مواد البناء الرئيسية والتى يتم انتاج معظمها محليا ، وعلى هذا فان انتاج الاسمنت وحـديد التسليح قد تزايد بمعـدلات ضـئيلة للغاية ، بحيث يمكن القول بأن طاقات انتاج هذه الموارد الرئيسية (٣) ظلت ثابتة تقريبا خـلال الفترة المذكورة .

وقد أدى هذا القصور فى تطوير أنتاج مواد البناء المحلية ، الى الاعتماد بشـكل متزايد على استيرادها من الخارج ، فبالنسبة « للأسمنت » أصـبحت مصر وفى فتـرة وجيزة مسـتوردة للأسمنت بكميات كبيرة ، بعد أن كانت مصدرة له ، وقد بلغ جملة ما استوردته مصر ٣ر٣ مليون طن عام ١٩٧٩ وقد نتج عن ذلك زيادة هائلة فى الاعتماد على الخارج فى الأسمنت ، ويحدث هذا فى

---

(١) وزارة التخطيط ، **الاطار العام التفصيلى** « الخطة الخمسـية للتنمية الاقتصادية والاجتماعية ، ١٩٨٣/٨٢ ـ ١٩٨٧/٨٦ ، الجزء الثانى ، الصورة القطاعية ، نوفمبر : ١٩٨٢)،ص ١٣٥ .

(٢) زادت العمالة بالقطاع العام من ٨٧ر٠ الى ١٩٩ر١ مليون عامل بين عامى ١٩٧٧ و ١٩٨١ : المؤتمر القومى للسكان ، التقارير النهائية للجان المؤتمر (تقرير اللجنة الاقتصـادية ، دار نوبار للطباعة ، ١٩٨٤)، ص ٩٤ .

(٣) الجهاز المركزى للتعبئـة العـامة والاحصـاء ، **الكتاب السنوى الاحصائى** (لجمهورية مصر العربية ، العددين: أكتوبر ١٩٧٦ ، يوليو ١٩٨١ » ، صفحات ٨٨ ـ ٩٠ .

الوقت الذى تزايد فيه درجة الاعتماد على الواردات فى « حديد التسليح » وبمعدلات سريعة .

وقد ادى تزايد الاعتماد على الخارج فى الحصول على مواد البناء ، الى زيادة الضغط على الميزان التجارى الذى كان يعاني أصلا من عجز شديد ، بسبب زيادة قيمة وارداتنا عن قيمة صادراتنا ، وبعبارة اخرى فكلما كان لمشكلات الاقتصادي القومي آثارا سلبية على الاسكان كان لمشكلة الاسكان بدورها تأثيرا على تفاقم مشكلات الاقتصاد القومي .

ارتفاع أجور العمالة :

وكذلك خضع سوق عمالة البناء والتشييد لنفس التغيرات التى اصابت سوق مواد البناء ، أى زيادة كبيرة فى الطلب على تغير العرض تغيرا محدودا ، فقد زاد الطلب على الكفاءات والعمالة فى مجال التشييد والبناء من جانب الدول العربية البترولية ، كما زاد الطلب على هذه العمالة لاغراض التعمير والتشييد الذى استوعبا جزءا كبيرا من العمالة المدربة ، ولم يواكب ذلك توسع مناسب فى التعليم والتدريب لزيادة العمالة الماهرة والمدربة ، وقد ترتب على ذلك ارتفاع كبير فى أجور العمالة وصل الى عدة اضعاف أجورها قبل التوسع فى الطلب عليها ، بل **((أن مصر ـ التى كانت تفيض العمالة عن حاجتها فتصدرها ـ أصبحت تستورد العمالة من الخارج من خلال شركات المقاولات الأجنبية التى بدأت تغزو السوق المصرية))** .

ارتفاع تكاليف البناء فى القطاع العام :

ارتفعت تكاليف البناء لشركات القطاع العام ، بحيث **((اصبحت تكلفة المتر المربع مبانى للقطاع العام أعلى من التكلفة المماثلة لشركات القطاع الخاص))** .

ويتمثل أهم أسباب ارتفاع تكاليف البناء بواسطة جهاز المقاولات العام ، فى أن هذا الجهاز ليس فى الواقع جهازا عاما خالصا ، وانما هو « مزيج » من القطاع العام والخاص ، حيث يتم تنفيذ جزءا كبيرا من عمليات البناء التى يقوم بتنفيذها عن طريق « المقاولات من الباطن » التى يقوم بها القطاع الخاص .

كما أن خطورة مقاولات الباطن تكمن فى تعدد الوسطاء الذين يتم من خلالهم تنفيذ المشروعات، حيث يعنى ذلك « تعدد بنود الربح » وبالتالى ارتفاع التكاليف ارتفاعا كبيرا ، بالاضافة الى أن التعامل بين القطاع العام والخاص فى هذا المجال يخلق المناخ الذى يساعد على التلاعب فى بنود التكاليف .

وبهذا يصبح من غير الممكن فى ظل قطاعين : عام وخاص يسعيان لتحقيق الربح ، أن تستغل عناصر الانتاج فى انشاء مبانى سكنية بمستويات اقتصادية ـ سالبة العائد المادى ـ فى الوقت الذى تتوافر فيه القوى الشرائية على المساكن فوق المتوسطة والفاخرة .

التمويل :

ومن جهة التمويل فنجد من الظواهر البارزة فى مصر ثقل العبء الواقع على التمويل العام خلال مراحل التنمية الاقتصادية ، وبالتالى استنفاذ الجزء الغالب من هذا التمويل فى تنفيذ مشروعات انتاجية ـ وهذا الوضع يفرض على الدولة ترحيل قدر كبير من مشروعات الخدمات الى فترات ومراحل لاحقة من مراحل التنمية ، وفى مقدمة المشروعات التى ينطبق عليها هذا القول مشروعات الاسكان لذوى الدخل المحدود .

غير أن الوضع لا يسمح بتطبيق هذه القاعدة على اطلاقها ذلك أن « الضغوط السياسية » من الجماهير المتعطشة الى مختلف الخدمات ـ وخاصة من الطبقات ذوى الدخل المحدود ـ تفرض على الحكومة التعجيل بتنفيذ مشروعات اسكان لتضع حدا لما لاقته امدا طويلا من « معاناة » نتيجة عدم استقرارها فى « مسكن صحى ملائم » .

وبالنسبة للايجارات والملكية :

فمنذ أوائل الخمسينات ، صدرت عدة قوانين لتخفيض ايجارات المساكن ، فخفض الايجار بنسبة ١٥٪ ثم ٢٠٪ ، ولما رأت الدولة أن قوانين التخفيض لا تعدو أن تكون « علاجا مؤقتا » لمشكلة الاسكان ، أصدرت قانونا سنة ١٩٦٢ لتحديد القيمة الايجارية للمساكن التى تقام ابتداء من تاريخ معين ـ من خلال اللجان الحكومية المشكلة لذلك ـ وبواقع نسبة من قيمة الأرض والمبانى ، ثم عدل القانون أكثر من مرة خلال الأعوام : ١٩٦٩ ـ ١٩٧٧ ـ ١٩٨١ ، وقد حددت القوانين الأخيرة القيمة الايجارية على أساس فائدة ٧٪ من قيمة الأرض والمبانى ـ فى الوقت الذى تعطى فيه البنوك فوائد تصل لحوالى ١٤٪ ـ كما حددت نسبة الوحدات التى يمكن للمالك بيعها بثلث الوحدات السكنية بالمبنى .

وقد ترتب على الأوضـاع السابقة :

ـ تدهور العـلاقات الانسانيـة بين الملاك والمستأجرين ،

ـ كثر المشـاحنات والمنازعات والقضـايا التى تتكدس بها دور المحاكم ،

ـ أحجام الملاك عن استثمار أموالهم فى بناء وحدات الاسكان ، ومما أدى الى زيادة النقص فى المطروح منه فى سوق الاسكان ،

ـ انعدام الصيانة وبالتالى نقص العمـر الافتراضى للمبانى السكنية وتهدمها ،

ـ التحايل على القانون والاتجاه الى قطاع الاسكان العشوائى ـ غير القانونى ،

ـ اتجـاه القطاع الخاص نحـو اسـتثمار مدخراتهم فى مجالات أخـرى بعيدا عن مجـال الاسكان وتجنبا للمشاكل والقضايا ،

ـ وقلة المطروح فى سوق الاسكان عن الطلب على الاسـكان ممـا أدى الى تفاقم ظاهـرة الاسـتغلال .

ويحدث كل هذا وغـيره فى الوقت الذى لم يسهم فيه الاسـكان العام والتعاونى بما فيـه الكفاية فى مكافحة الاسـتغلال فى هذا المجـال ، ذلك أن وحدات الاسكان العام المنفذة محدودة جدا ، وعى نطاق ضيق ـ فطبقا للأحصـاءات الرسمية (١) ، اتضـح أن العـدد السـنوى للوحدات السكنية المنفذة على مسـتوى حضر الجمهورية فى الفترة مابين عامى ١٩٥٢ ـ ١٩٦٠ ، قـد بلـغ فى المتوسـط نحـو ٦٥ ألف وحـدة سنويا (٢) ، بينما انخفض هذا المعـدل ـ نظرا لضاءلة الاستثمارات التى خصصت للأسكان ـ فى الفترة من ١٩٦٠ حتى ١٩٧٢ الى ٢٩٫٣٧٠/ سنويا (وقد خص القطاع العام معدل ١٠٫٣٤٩ وحدة / سنويا أما القطاع الخاص فقد استأثر بالنصيب الأكبر اذ بلغ معدل ١٩٫٠٢١ وحدة / سنويا) ، علما بان عدد الوحدات السكنية التى تم بناؤها طوال الفترة من ١٩٦٠ حتى ١٩٨٣ . بلغ نحو ١٫٢ مليون وحدة سكنية (راجع شكل رقم ٢ ـ ١)

وفى مجال العلاقة بين الاسكان والتشييد :

فلم يتأثر الاسـكان الاقتصـادى بسبب غلبة الاسكان الفاخر فقط ، بل ايضا نتيجـة الاختلال الحاد فى العلاقة بين الاسكان والتشييد من جهة ، والاسكان والتعمير (فى المدن الجديدة) من جهـة أخـرى ـ فالتعمير والتشـييد هما المجالات الرئيسيان اللذان ينافسان الاسكان فى استخدام مستلزمات مواد البناء ، عـلاوة على الموارد الاستثمارية .

وأن تراجع معدل وحدات الاسـكان المنفذة عموما والاسـكان الاقتصـادى بصفة خاصـة لا يرجع الى بطأ نمـو طاقات الانتـاج فى قطاع البنـاء والتشـييد أو الى انخفاض معـدلات الاستثمار لهذا القطاع ، بل على العكس ، فقد شـهدت الفترة من عام ١٩٧٣ الى عـام ١٩٧٩ زيادة ضخمة فى الطاقة الانتاجية لقطاع التشييد والبنـاء .

وفى الوقت الذى انخفضـت فيـه نسـبة استثمارات الاسكان الى اجمالى الاسـتثمارات من ٨٫٨٪ الى ٥٫٩٪ ، زادت نسبة استثمارات التشييد الى اجمالى الاستثمارات من ١٫١ الى ٤٫٣٪ (٣) خلال الفترة مابين ١٩٧٣ ـ ١٩٧٩ ، مما يدل على « طغيان » نشاط التشـييد على نشاط الاسكان خلال فترة السبعينات ، وقـد وجد أن الجزء الأكبر من نشاط التشييد قـد تركز فى **المساكن الفاخـرة والادارية ، والكبارى** والانفاق ، وتركزه الشديد فى انشـاء المـدن **الجديدة** ـ التى عجزت حتى الآن على أن تسهم أسهاما فعالا فى حل مشكلة النقص فى وحـدات الاسكان وفى التصـدى لحدتها (فقد اتضح أن جملة ما تم تنفيذه من وحدات سـكنية بهـذه المـدن منـذ بـداية نشـأة أولها (العاشر من رمضـان) فى عام ١٩٧٨ وحتى ١٩٨٣/٥/٣٠ بلغ ٣٥١٦٨ وحدة فقط .

المتغيرات فى الهيكل الاقتصادى المصرى وأثرها على مشـكلة الاسـكان

أن علاقة الاسكان بالمشـكلات الاقتصـادية على المسـتوى القومى أحد الموضـوعات الهامة التى يجب الاشارة اليها ، وربما لا يتسع المجال لتناول جميع المشكلات الاقتصـادية وتأثير كل منها المباشر وغير المباشر على الاسكان فى مصر .

لذلك سـوف نكتفى بتحليـل موجز لأهم مشكلات الاقتصاد القومى التى كان لها أثر على تفاقم مشكلة الاسكان،وهى: التضخم ـ التوسع

(١) الجهاز المركزى للتعبئة والاحصاء ، **الكتاب السنوى الاحصائى** (١٩٨٢) ، ص ١٧١ .

(٢) بلغ اجمالى ما تم بناؤه من قبل القطاع العام والخاص طوال هذه الفترة عدد ٣٥٢٫٤٤٢ وحدة سكنية منها ١٢٤٫١٩٢ وحدة تخص القطاع العام والجزء الاكبر منها وهو ٢٢٨٫٢٤٦ وحدة تخص القطاع الخاص .

(٣) وزارة التخطيط ، **تطور الاقتصـاد المصرى فى ١٠ سنوات** (اغسطس ١٩٨١) ، جدول رقم ٥٥ ، ص ٢٤١ .

فى هجرة العمالة – توسع الانشطة غير المنتجة – اختلال هيكل الأجور وتوزيع الدخل .

التضخم :

اتسم الاقتصاد المصرى منذ عام ١٩٧٣ بوجود معدلات عالية للتضخم ، ومن المعروف أن عبء التضخم يقع بشكل حاد على الفئات محدودة الدخل ، الذين تنخفض دخولهم الحقيقة الى حد كبير وتفقد قوتها الشرائية فى سوق كثير من السلع – والاسكان فى مقدمتها .

وبالنسبة للتوسع فى هجرة العمالة :

فعلى الرغم من أن هجرة العمالة ربما لا تعتبر مشكلة فى حد ذاتها فقد كان لها أثران سلبيان بالنسبة لقطاع الاسكان ، فمن ناحية كانت الهجرة فى قطاع التشييد والبناء تتم بمعدلات مرتفعة للغاية ، اذ ارتفعت نسبة العمالة المهاجرة الى اجمالى العمالة فى هذا القطاع فى عام ١٩٧٣ الى عشرة أمثال مستواها فى عام ١٩٧٢ (١) ، واستمرت نسبة العمال المهاجرين فى الارتفاع حتى اصبحوا يمثلون فى عام ١٩٧٦ نحو ٤٠٪ من القوى العاملة فى قطاع البناء والتشييد ، ومن المحتمل أن تكون هذه النسبة قد ازدادت فى السنوات الأخيرة .

ومن ناحية أخرى ، فقد حققت العمالة المهاجرة دخولا كبيرة جعلتها ترتفع بقوتها الشرائية فوق مستوى التضخم الذى ساد الاقتصاد القومى ، وانعكس ذلك فى صورة طلب على الاسكان فوق المتوسط وفى شكل قدرة على تحمل أسعار التمليك المرتفعة ، وكان ذلك حافزا للقطاع الخاص والقطاع العام ايضا ، على أن يتوسع فى انشاء هذا النوع من المساكن تاركا مجال الاسكان الاقتصادى جانبا .

توسع الانشطة غير المنتجة :

ومنذ النصف الثانى من السبعينات انتعش الكثير من الأنشطة غير المنتجة ، مثل : الاستيراد والتجارة فى السلع لاستهلاكية الكمالية ، والاتجار فى السوق السوداء ، ولقد كان لهذا الانتعاش أثره الواضح على الاسكان من زاويتين مختلفتين ، فمن ناحية حققت هذه الأنشطة معدلات عالية للربح ، بينما هى لا تتضمن أى جهد انتاجى أو مخاطرة ، وبذلك حجبت هذه المجالات استثمارات القطاع الخاص فى مجال الاسكان ، وبعد أن كان الاستثمار التقليدى للمصريين خارج مجال الزراعة يتجه نحو الاسكان ، تغير هذا الاتجاه تماما ، ومن ناحية أخرى فلقد خلقت هذه المجالات فئات جديدة ذات دخول مرتفعة ، اتخذ جزء منها شكل طلب على الاسكان الفاخر والادارى ، وترتب على ذلك بطبيعة الحال تحول « سوق الاسكان » الى هذه المجالات استجابة للقوى الشرائية الجديدة فى المجتمع .

وفى مجال اختلال هيكل الأجور :

فقد حدث اختلال حاد فى هيكل الأجور فى السبعينات ، ويرجع أساسا الى تزامن اثنين من المتغيرات أسهمت بدرجة كبيرة فى احداث هذا الاختلال ، فقد انتعش قطاع « الانفتاح الخاص والمشترك » ، انتعاشا كبيرا ، وخلق طلبا على الكفاءات المختلفة والعمالة المدربة ، ونظرا لتحرر هذا القطاع من قواعد ولوائح الأجور والمرتبات ، ولأن هذا القطاع يدخل فى مجالات تحقق أرباحا بالغة الارتفاع ، فان الأجور والمرتبات التى يعرضها تعتبر مرتفعة ارتفاعا كبيرا ، بالمقارنة بأجور ومرتبات القطاع العام الملتزم باللوائح والقواعد ، وفى نفس الوقت الذى أنتعش فيه قطاع الانفتاح أتسعت الهجرة للدول العربية البترولية اتساعا كبيرا ، مما نتج عنه عجز فى المعروض الداخلى من العمال وارتفاع اجورها فى السوق ، وقد ترتب على الاختلال فى هيكل الأجور « سحب » الكفاءات والعمالة المدربة من القطاع العام بصفة عامة ، ومن قطاع الاسكان بصفة خاصة (٢) .

ونتيجة لذلك أصبحت قدرة الحكومة محدودة فى توفير وحدات الاسكان العام ، فطبقا لتقرير « الوكالة الامريكية للتنمية الدولية » اتضح أنه لا يوجد « منفذ » حاليا امام الحكومة لتوفير الاسكان الملائم للاحتيجات المتوقعة – حيث تنحصر هذه القدرة على توفير ١٧٢ الف وحدة سكنية كل ١٠ سنوات فى ظل السياسات الحالية (٣) ، وهذه حقيقة واقعة ، وان بدت

---

(١) عمر محى الدين ، « قطاع البناء والتشييد فى الثمانيات » : رؤية مستقبلية ، **المؤتمر العلمى السنوى السابع للاقتصاديين المصريين** ، ٦ – ٨ مايو : ١٩٨٢ ، ص٣١ .

(٢) **مجلس الشورى** ، مشكلة الاسكان فى مصر « جمهورية مصر العربية ، تقرير اللجنة الخاصة ، يوليو : ١٩٨٣ » .

(3) Cairo University/Massachusetts Institute of Technology, The Housing and Construction Industry in Egypt, (Section ; E), P. 6.

لأول وهلة غير منطقية ــ حيث اتضح أن كل ماتم انجازه من وحدات الاسكان العام فى المجتمعــات العمرانية الجديدة خلال فترة ٦ أعوام متصلة (منذ بداية نشأة أولت مدينة جديدة ــ العاشر من رمضان ــ وحتى ١٩٨٣/٥/٣٠) قــد بلــغ ٣٥١٦٨ وحدة سكنية ، أى بمعــدل لايزيد عن ستة آلاف وحدة سكنية فى العام الواحد (١) .

اختلال هيكل توزيع الدخل :

كان للتغيرات السابقة أثر واضح على توزيع الدخل ، فمن المرجح أنها اسهمت بشكل فعال فى زيادة حدة التفاوت فى هذا التوزيع ، وترتب على ذلك أن الفئات محدودة الدخل أصــبحت من ناحية القــوة الشرائية ، فى موقف نســبى أسوأ (ســواء فى مجال الاسـكان أو غيره من السلع الأساســية) ، وذلك بالمقارنة بالفئــات الغنية مرتفعة الدخل .

وباختصــار يمكن القــول أن مشـــكلات الاقتصاد القومى قد انعكست على الاســكان عن طريق :

١ ــ نقص القوة الشرائية للفئات محدودة الدخل وانخفاض نصيبها النســبى من الدخل ، مما أدى الى وجود فجوة كبيرة بين دخول هذه الفئات وأسعار وحدات الاسـكان المطروحة فى الســوق .

٢ ــ جــذب الاســتثمارات الى مجــالات مرتفعة العائد وتحولها عن الاسكان الاقتصــادى والمتوسط .

٣ ــ محدودية قــدرة الحكومة على توفير وحدات الاسكان العام ، نظراً لسحب الكفاءات والعمالة المدربة من القطاع العام ــ الاسكانى ــ نتيجة لضعف الأجور .

٤ ــ وجود قوى شرائية مرتفعة وطلب على الاسكان فوق المتوسط والفاخر مما خلق سوقا رائجة لهذه النوعيات من المساكن وشجع القطاع العام والخاص على انشائها .

ومن جهة أخرى ، فان قضية الاستثمار فى الاسكان ليست قضية اســتثمار مالى ولكنها قضية استثمارات عينية وهى تخصص موارد عينية (ارض + مواد بناء + معدات التشييد)

وهــذا هــو العنصر المســيطر (٢) لأنه ليس فى الاستطاعة القول بالقدرة على توفير مواد البناء محليا ، فاذا ما تم اســتيرادها يختــل ميزان المدفوعات ، وتزداد المديونية ، فيحدث تضخم ، وترتفع الأسعار ، وتزيد تكاليف البناء ، وتزداد الفجوة بين قســط التمليك أو الايجــار وقدرة تحمل ذوى الدخل المحدود ، وتســتمر هذه الحلقة المفرغة (انظر شكل رقم ٣)، وما لم يتم كسر هذه الحلقة المفرغة فسوف تتفاقم مشــكلة الاسكان بصــفة عامة وعلى تزايد الفجــوة بين قدرة ذوى الدخل المحدود لتحمــل وحــدات الاسكان المطروحة فى السوق .

السبيل لمواجهة مشاكل العمــران

نوجز فيما يلى بعض الحلول التى تهدف الى الحد من مشاكل الاسكان الحضرى :

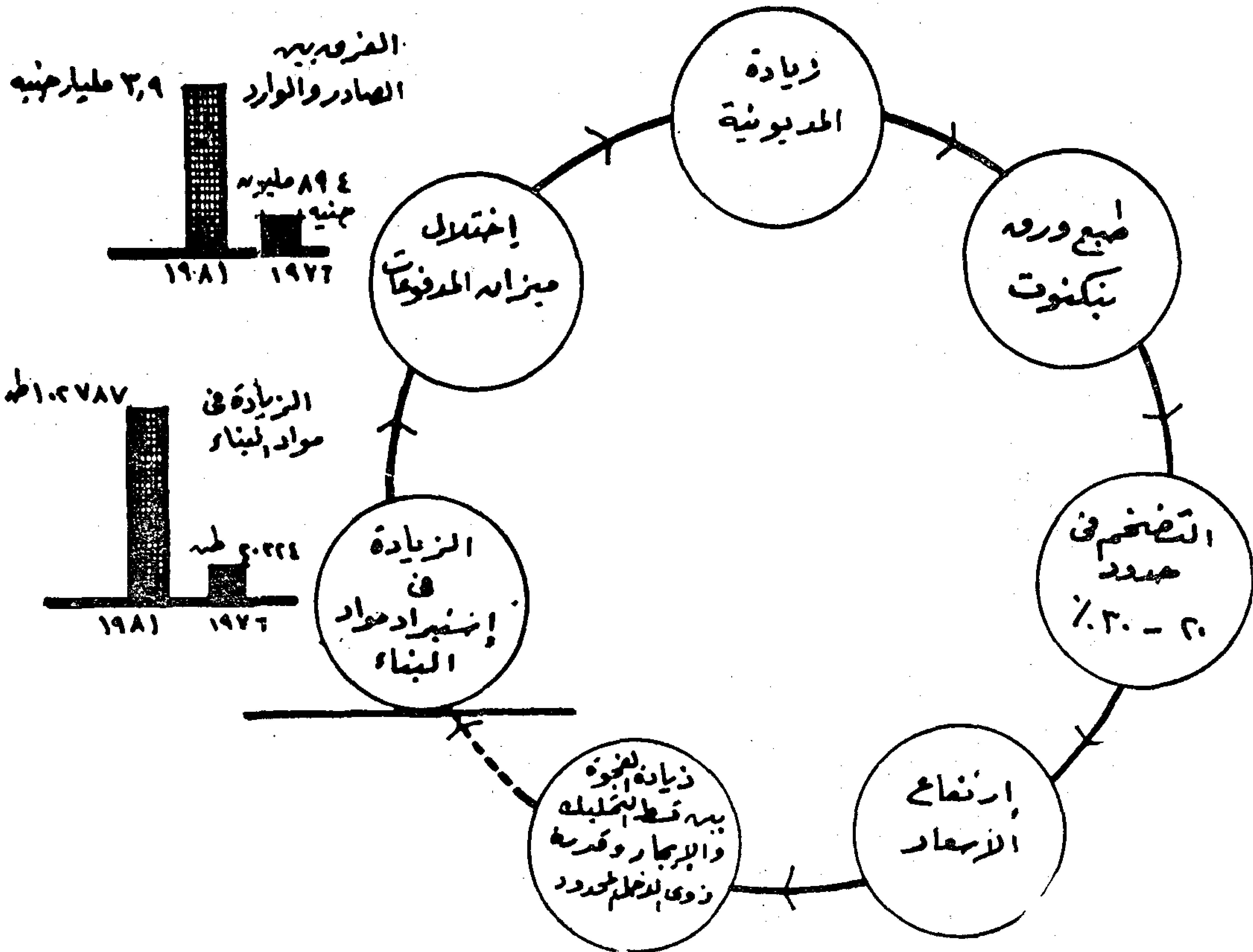
١ ــ تعانى مصر من مشاكل كثيرة فى المجالات الطبيعية والاجتماعية والاقتصادية وعلى رأسها **تزايد السكان بمعدلات عالية وتركيزهم فى الوادى والدلتا** بينما باقى مساحة مصر خالية من السكان تكثر فيها الثروات الطبيعيــة « غير المســتغلة » المعدنية والبترولية ، والأراضى القابلة للاستصلاح والامكانية الواسعة لاقامة الصناعات الزراعية والسمكية ، بجانب المناطق الآثرية والسياحية ويحتاج الأمر الى :

١.١ ضرورة « خلق » مناطق تنمية جديدة خارج وادى النيــل ودلتــاه ، حيث ان الوادى اصبح لايتحمل لأكثر من ٤٥ مليون نسمة (٣) . فى حين ان عدد سكان مصر سيصل الى ٦٦ مليون نسمة عام ٢٠٠٠ (كتقدير متوسط) ــ أى بزيادة قدرها ٢١ مليون نسمة ــ وهــذا الفائض يمكن توزيعه على مناطق التنمية الرئيسية ــ المجاورة فى شبه جزيرة سيناء ، على ســاحل البحر الأحمر ، على الساحل الشمالى الغربى ، فى الوادى الجديد ، وعلى شواطىء بحيرة السد العالى ، وعلى ان يكون ذلك فى اطار « تخطيط قومى شامل » يرسم السياسة العامة لمصر لاعادة توزيع السكان على أقاليم الدولة المختلفة ، حســب الثروات الطبيعية والامكانيات الاقتصــادية المتاحة لكل اقليم .

(١) بيان القاء حسب الله الكفراوى ، وزير التعمــير والدولة للاسكان واستصلاح الاراضى : امام اللجنة الخاصة بمجلس الشورى يوليو : ١٩٨٣

(٢) اسماعيل صبرى عبد الله ، ندوة مناقشة الاسكان ٨٤/٨٣ (وزارة التعمير والدولة للاسكان واستصلاح الاراضى ، عام : ١٩٨٤) .

(٣) أحمد أمين مختار « استراتيجية انشاء المدن الجديدة » بحث : جمعية المخططين المصريين ، ١٩٨٠ ، ص ٩



شكل رقم (٣)
« الحلقة المفرغة » *

٢٠١ وفى اطار اعادة توزيع السكان على اقاليم الدولة المختلفة ، يظهر « حتمية انشاء مجتمعات عمرانية جديدة » بمناطق التنمية – السابق ذكرها – وعلى ان يقوم كل مجتمع جديد على قاعدة اقتصادية ، وأن يراعى فى كل مجتمع عمرانى جديد أن تكون له « وظيفة محددة » .

٢ – ولم تتوقف مشكلة تركيز السكان على وادى النيل ودلتاه ، **بل يوجد تركيز أشد بالقاهرة والاسكندرية** وبعض المدن الاخرى ، نتيجة للزيادة الطبيعية لسكانها ولاشتداد حركة الهجرة من المناطق الريفية ، بحثا وراء فرص العمل ومستوى معيشة أفضل ، وقد ترتب على هذا الوضع (بالأضافة الى تراكم المشاكل القديمة) ، « خلق مشاكل جديدة » ، مثل : ارتفاع أسعار الأرض ولا سيما فى قلب هذه المدن – نقص الاسكان بشكل حاد – مشاكل تلوث الهواء والماء وانتشار الضوضاء – انخفاض المستوى الجمالى والذوق العام – تدهور المستويات الاقتصادية والاجتماعية – وغيرها ... ولمواجهة هذه المشاكل يجب اتخاذ الآتى :

٢–١ تنمية القرية المصرية بهدف من هجرة سكانها الى مراكز الحضر ، من خلال تنمية الصناعات الريفية والحرفية والبيئية التى تمتاز بقدرتها على امتصاص اعداد كبيرة من العمالة غير عالية المهارة ، وفى نفس الوقت تتطلب توافير مقدار « ضئيل » من رأس المال ، وكذا توفير الخدمات العامة وتهذيب الكتلة السكنية .

٢ – ٢ اتخاذ بعض « القرارات العاجلة » تخص المدينة الأم ، مثل : وقف التركيز الصناعى ووضع خطة لنقل الصناعات والورش والأنشطة التجارية التى لا لزوم لها من داخل المدينة الى الضواحى أو المدن التابعة – اعادة توزيع الخدمات العامة « الكبرى » بها على أقليم الدولة المختلفة – « الجديدة » فى تطبيق نظام الحكم المحلى بعدم تمركز الادارات التى لا لزوم لوجدها فى القاهرة – نقل بعض من مقار الجهاز الادارى الى خارج الأقليم .

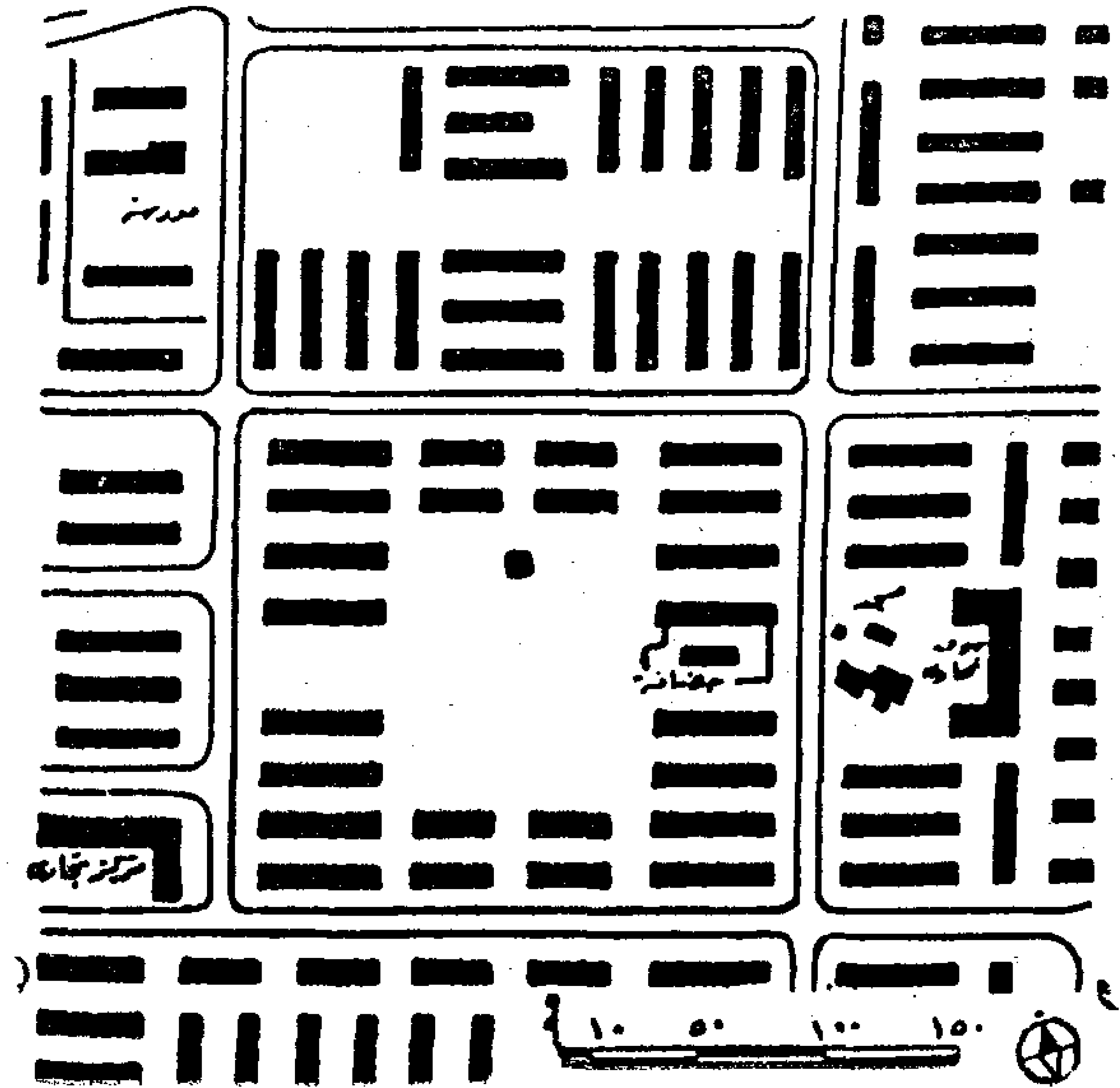
٢ – ٣ كما يجب «خلخلة المبانى» ، واستخدام المساحات بالاحياء التى تخلو فى اقامة الحدائق والمنتزهات – السماح بهدم المبانى غير المستعملة

(*) قام الباحث باعداد هذا التصور من المعلومات الواردة بندوة مشكلة الاسكان بوزارة التعمير .

السكن من دكاكين أو مخازن أو عشش واعادة بنائها فى حدود القانون ، والبدء فورا فى وضـع التشريعات اللازمة للاستفادة منها على أن يتخللها « مناطق خضراء ومفتوحة وترفيهية » — اقامة حزام أخضر حول تجمعات الإسكان الاقتصادى، انظـــــر شـــــكل رقـم (٤ — أ ، ب) القائمة (عين الصيرة / زينهم / ...) واعادة تنسيق مواقعها مع مراعاة الإستعمالات المجاورة — ضرورة أن تقتصر عمليات انشاء المساكن الجديدة على بعض الاجزاء التى لم تعمر بعد فى المناطق الصحراوية وفى اطار التخطيط العام للمدينة .

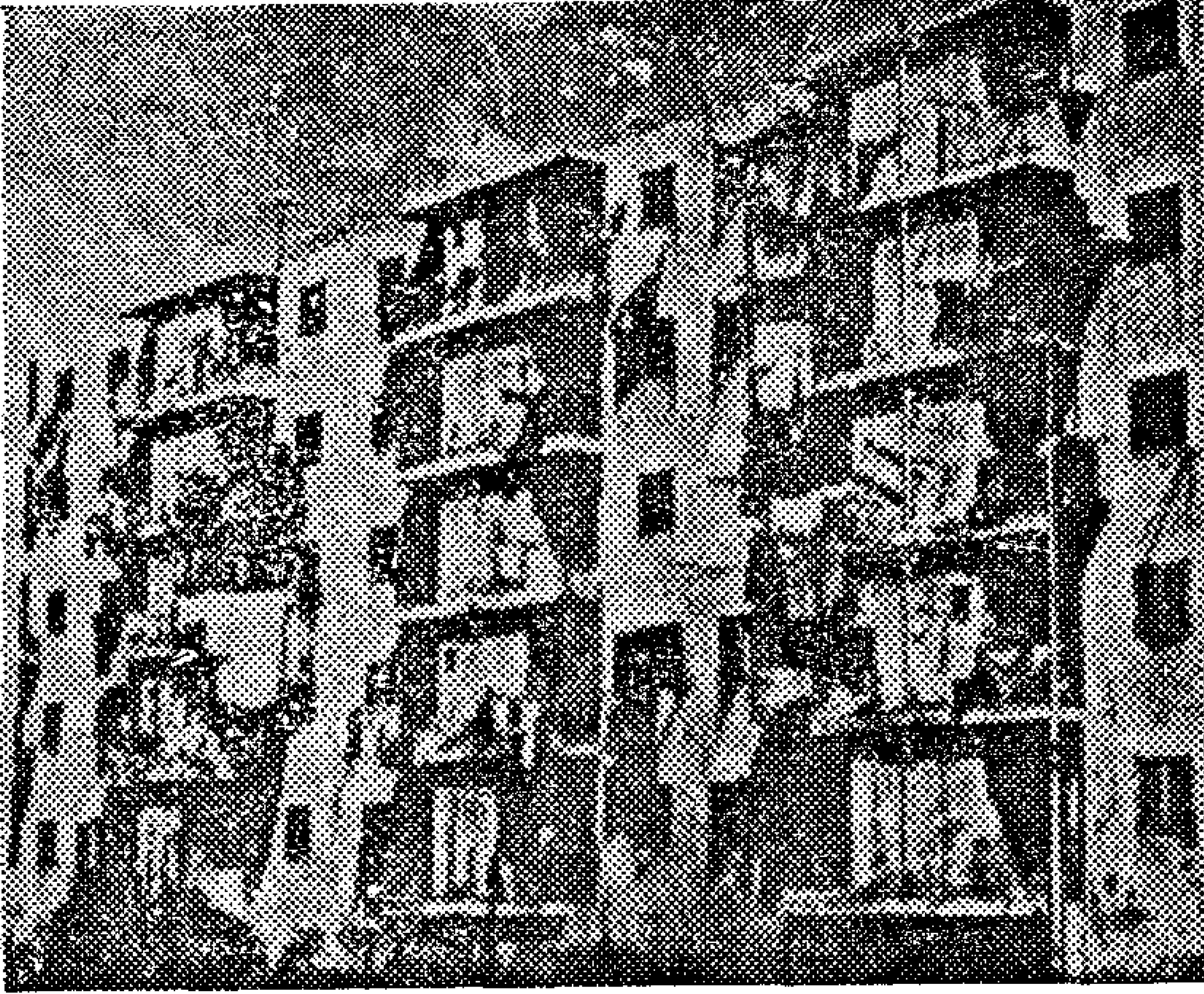
٢ — ٤ كذلك تجديد الاحياء ، بأنواعة المختلفة القديم « المتهالك » أو الجـديد « العشـوائى »

أو الاحياء « عالية المسـتوى » التى يخشى أن تتسرب اليها وسائل التدهور ، ويمكن تحقيق ذلك من خلال تنفيذ برنامج تخطيطى متكامل .



شكل رقم (٤ — أ)
مخطط مشروع الاسـكان الاقتصادى
بعين الصـيرة

٣ **مشروعات الاسكان العام** ، التى تقام على أراضى المدن أو على اطرافها غالبا ما تكون هذه الأراضى غير مناسـبة بالنسـبة للاسـتعمالات المجاورة Sport - zooning أو بالنسـبة لصـلاحية التربة (الدويقـــة — البركـة) انظــــر شــكل رقم (٥ — أ ، ب) كما أن

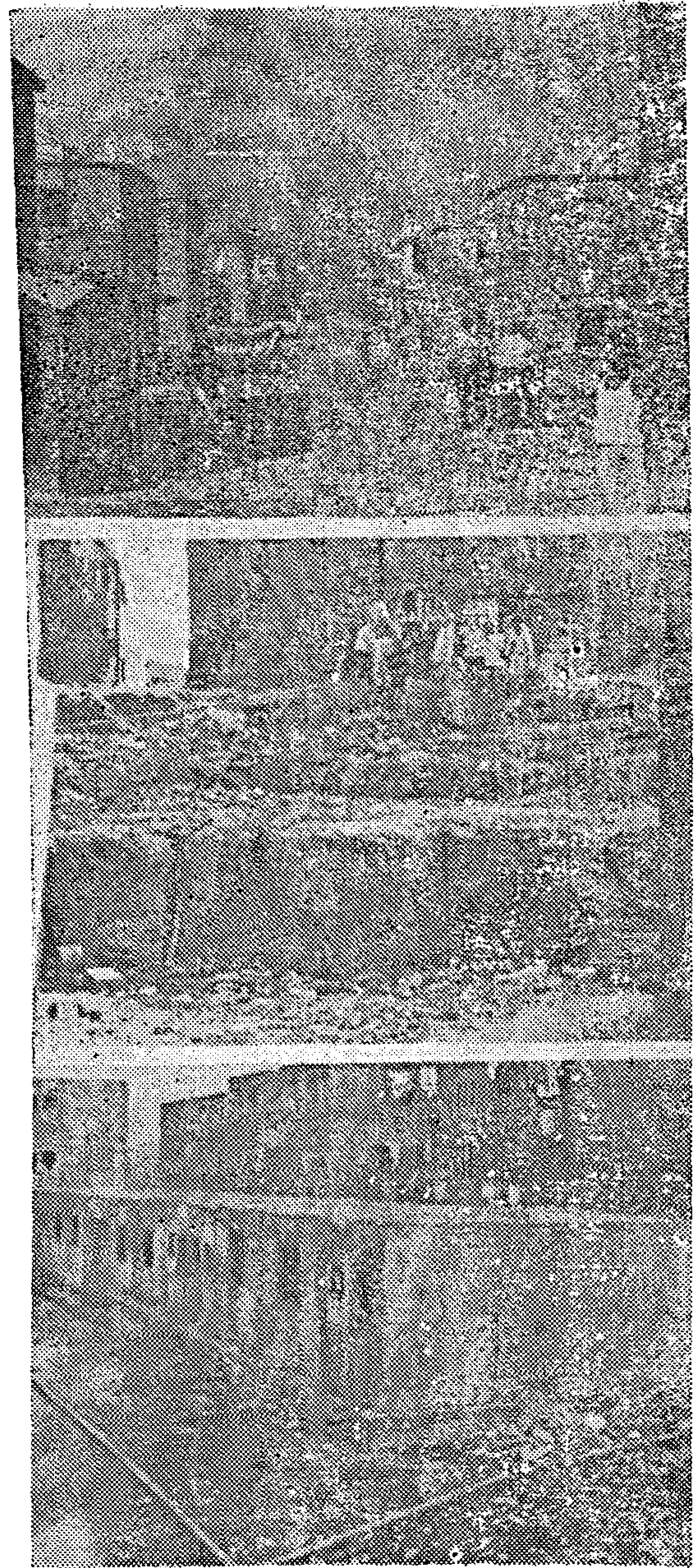


شكل رقم (٤ — ب)
احدى مشروعات الاسـكان العام
(عين الصيرة — القاهرة الكبرى)

النماذج السـكنية المستخدمة محـدودة للغاية (١ — ٣ نموذج) لا تتلائم مع طبيعـة وعادات السكان المتنوعة ، وكذلك الحال فى تخطيط مواقع الخدمات العامة ، فهى مجمعة فى مراكز التجمع السكنى وليست « متأثرة » داخل هياكل المبانى السكنية ، مع استخدام معايير ومعدلات تخطيطية كبيرة غير ضرورية بالنسبة للمسارات والأرض الفضاء غير المحـدودة ، مع ضـعف امكانيات المحافظة أو البلديات للاشراف وصيانة تشغيل المرافق فى هذه المشروعات — والخوف من أنها تصبح احياء متخلفة ... ويحتاج الأمر الى :

٣ — ١ ضرورة أن يكون اختيـار المواقـع مستقبلا فى اطار التخطيط العام للمدن .

٣ — ٢ تعدد النماذج السكنية وطرق تجميعها بما يلائم عادات وتقاليد السكان وطبيعة نشاطهم وكذا التعرف على النماذج السكنية فى المجتمعات العشوائية وتطويرها ، والاستفادة منها وتطبيقها فى مشروعات أخرى ، وأن يكون « المسارات » فى أضيق الحدود التى تفى بالاحتياجات الوظيفية السكان مع توفير بعض ممرات المشاة المظللة مع سهولة الوصـول لمواقع السكن والاسـواق والحدائق ، ويجب اعادة النظر فى فكرة تخطيط مواقع المحلات التجارية فى منطقة مركزة بهدف

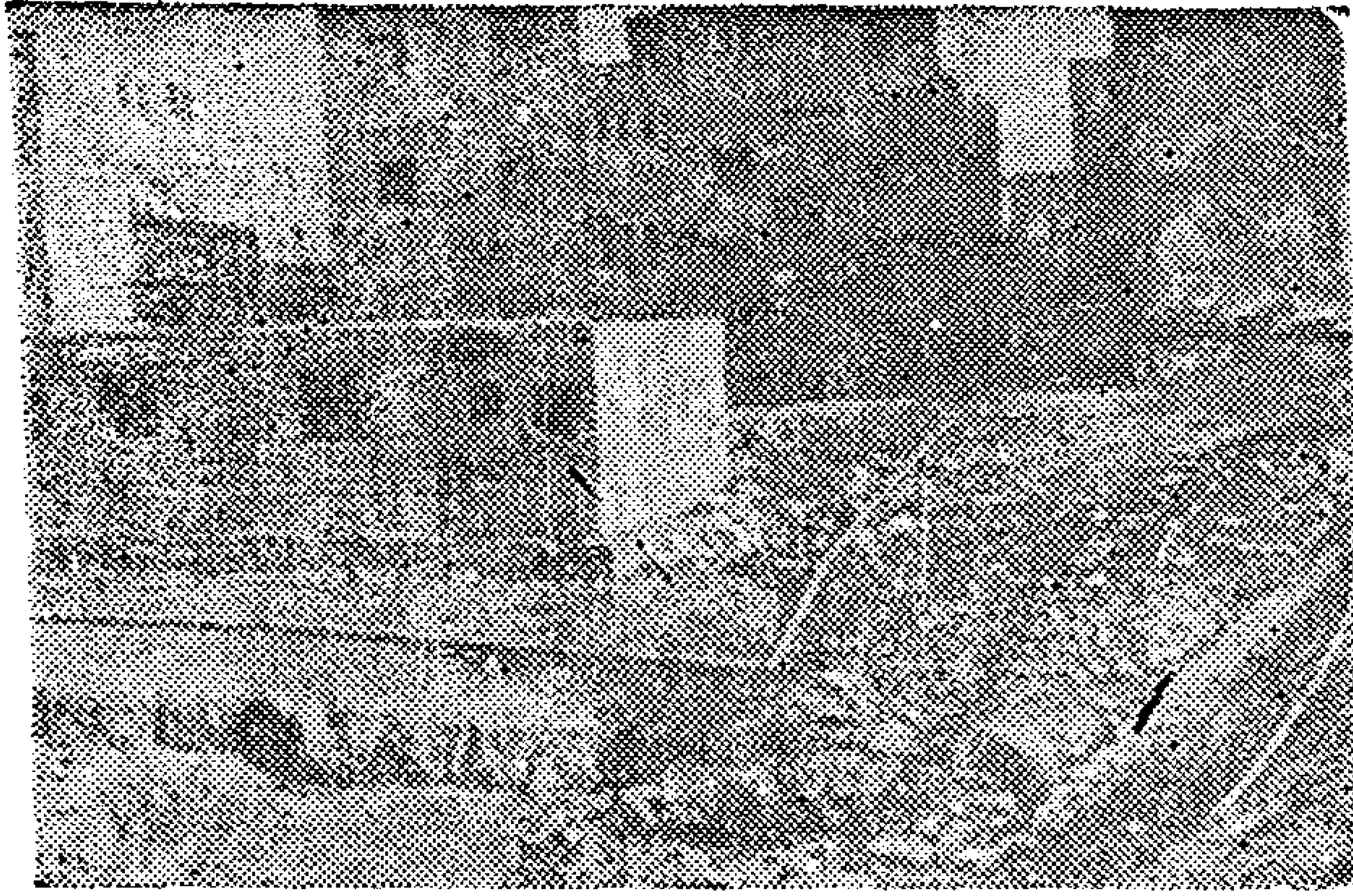


« أ ـ ١ »
عدم توافر الخدمات
والأنشطة الاجتماعية

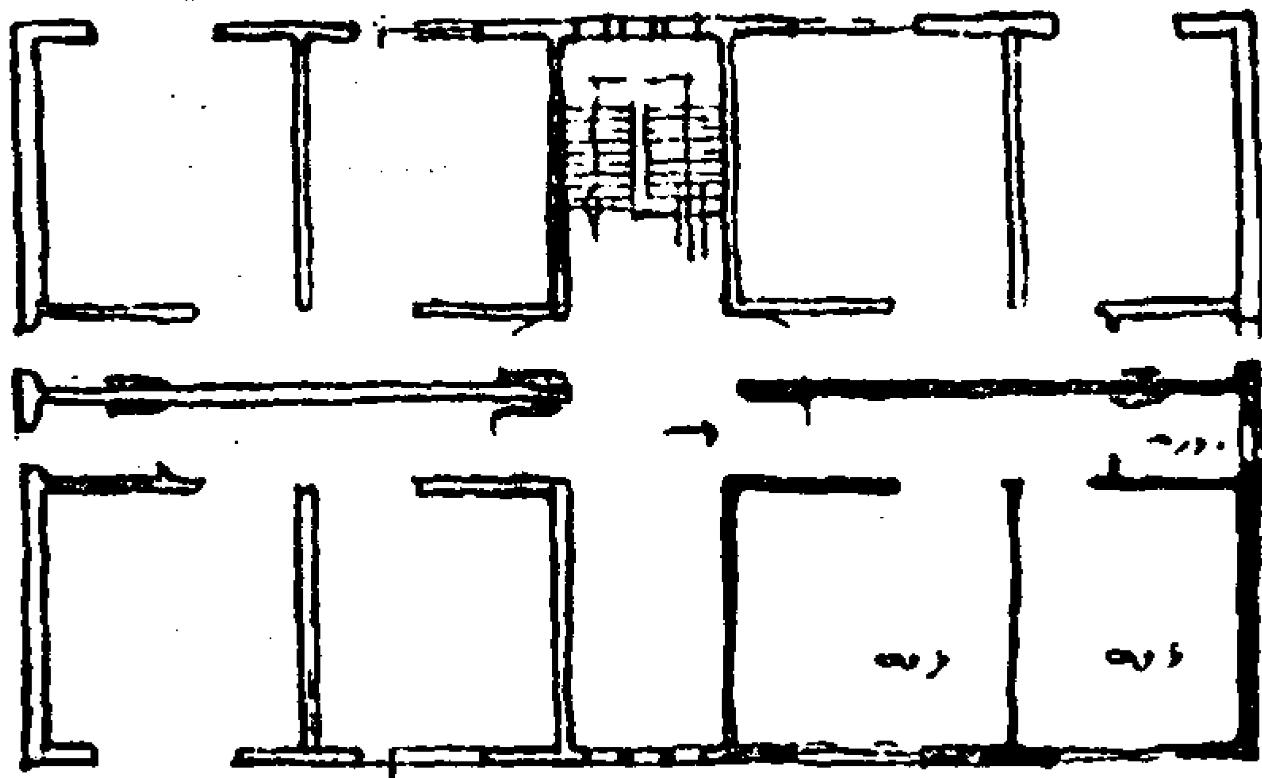
« أ ـ ٢ »
سوء استغلال
الفراغات السكنية

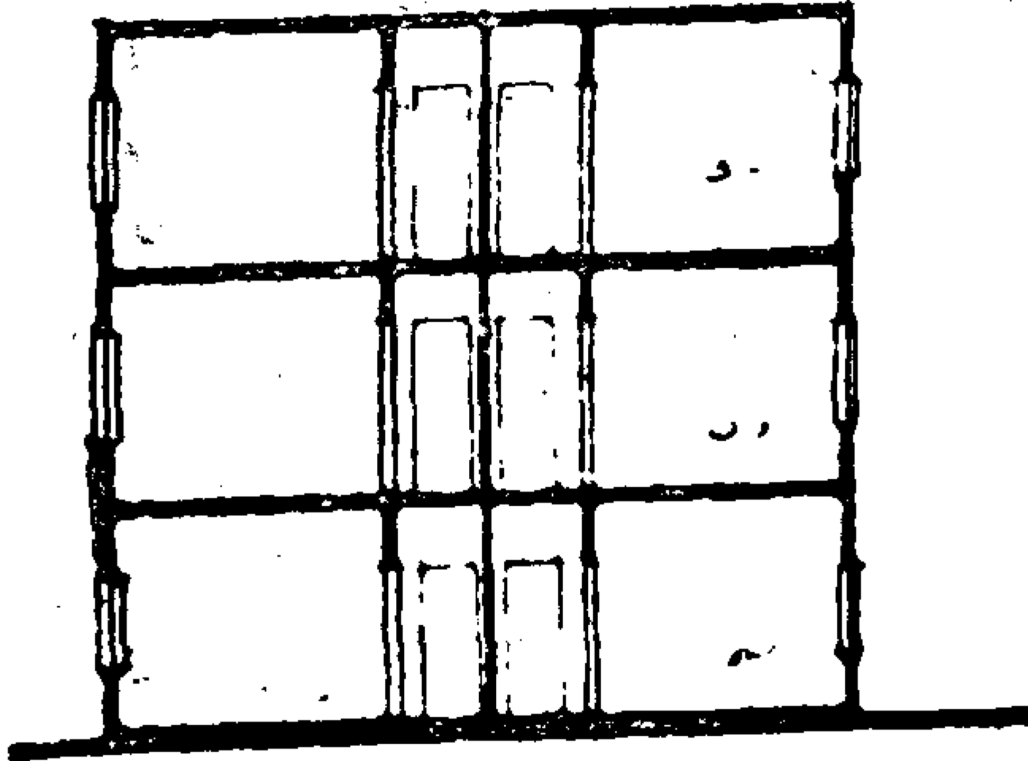
« أ ـ ٣ »
عدم وجود نظم لجمع
القمامة والصيانة

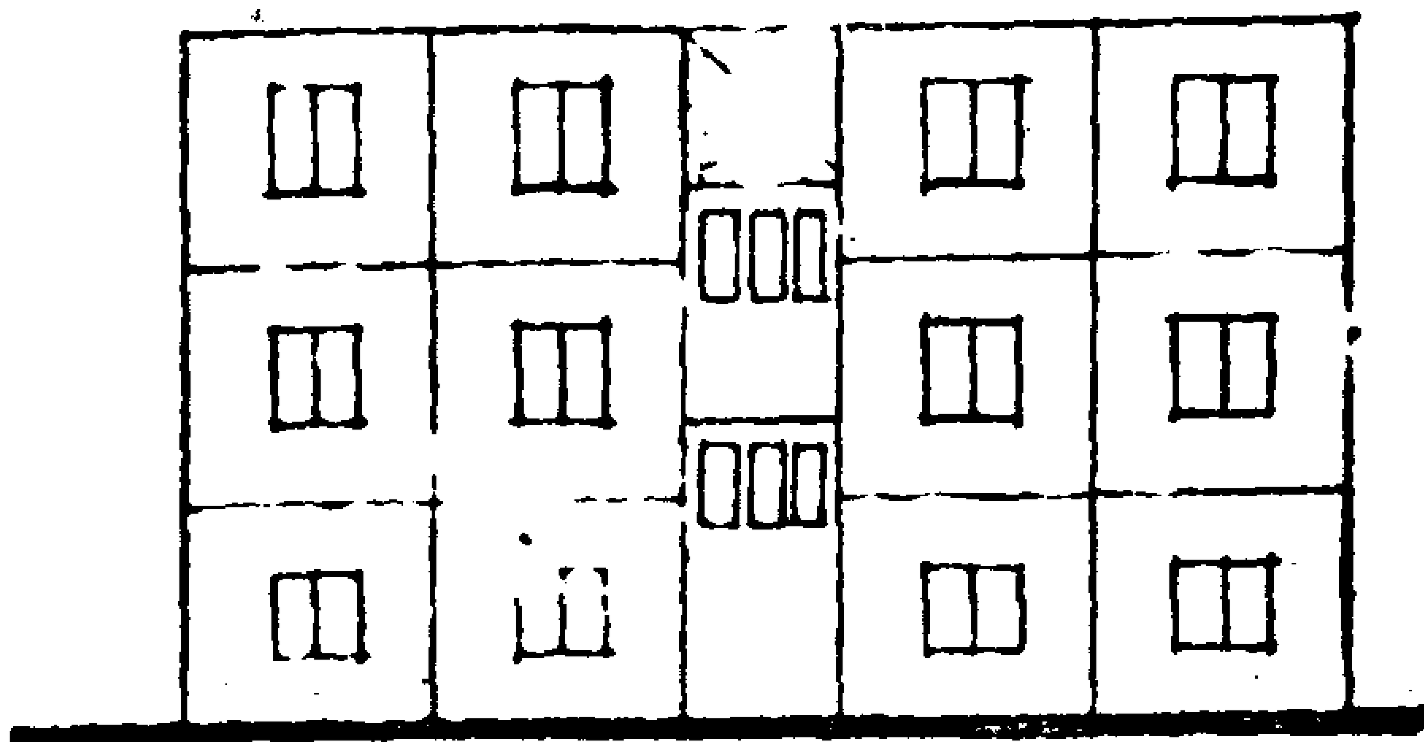
شكل رقم (٥ ـ أ)
ملامح منطقة الاسكان
العاجل « بالدويقة »



(أ) صورة فوتوغرافية توضح نظم
ترتيب بلوكات المساكن







شكل رقم (٥ ـ ب)
نموذج من وحدات الاسكان العاجل بمنطقة
« الدويقة »

انتشارها فى داخل الكتل السـكنية لتصبح فى متناول أيدى السكان .

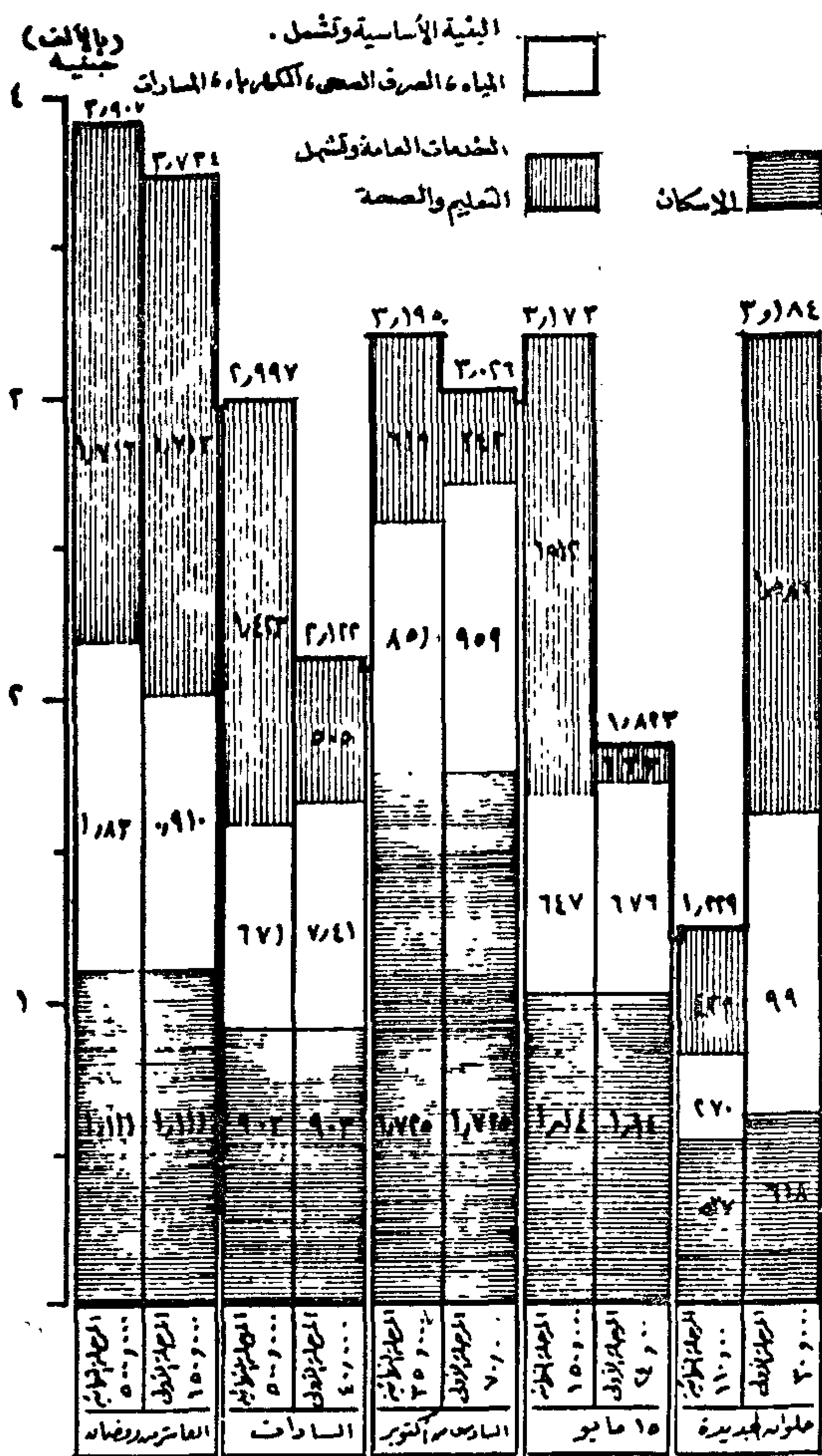
كما يجب دراسة « الرؤيا البصرية » داخل تجمعات الاسكان العام (الكتلة / المقياس النمط/ الوحدة / التنوع / الشخصية .

٣ ــ ٣ تشكيل هيئة أو اتحاد سكان يشرف على صيانة الأرض الفضـاء المحصورة بين كتل المبانى وفرض رسم على سكان المنطقة لتغطيـة تكاليف الاشراف .

٤ ــ مشكلة **المجتمعات العمرانية الجديدة** .، تكمن فى أنها « تبدأ بحجم سكانى كبير » يقوم على أساس : كثافات منخفضة ــ توجيه للسيارة ــ معدلات حضرية لاستعمالات الفرد كبيرة (١٣٢ مترا مربعا فى مدينة العاشر من رمضان مثلا) ، ويترتب على ذلك « معوقات » تحد من تنميـة هذه المجتمعات أهمهـا التكلفـة العاليـة التى لا تتحمها موارد الدولة انظـر شكل رقم (٦) ، بجانب اسـتخدام نماذج سـكنية محدودة للغايـة ، وبارتفـاع موحـد (٥ ادوار) وتكرارها « برتابة » ولا تخضـع فى أنماطهـا التخطيطية والتصميمية الى الأعتبارات البيئية والانسانية ، وهى « عيوب » سـبق أتباعها فى مشروعات الاسكان العام بالمدن القائمة ... وحلا لذلك ، يجب :

٤ ــ ١ أن تبدأ المدن الجديدة ببعض الأنشطة الأنتاجية الديناميكية وهى عادة أنشطة زراعية / صناعية ، بحيث يكون النشاط الغالب على هذه المدن ليس بالنشاط العمرانى ولكن النشـاط الانتاجى (١) ، والذى ينمو نموا طبيعيا يواكبه النمو العمرانى المناسب والملائم للبيئة الجديدة ــ وفى هذه الحالة تصبح هذه المدن فى آن واحـد مركز للجذب السكانى ومصدرا مهما من مصادر الأنتـاج .

٤ ــ ٢ كما يجب أن يتمشى شكل « المدينة الصحراوية » مع التكييف مع الظروف المناخية والبيئية ومن هـذا المفهوم يجب أن تتبع معاير التصميم العمرانى لهذه المـدن من : تشـجيع المسقط المنفتح الداخل ــ تكتل المبانى السكنية ــ التوجيه للرياح السائدة ــ فرق واضـح بين



شكل رقم (٦)
تكاليف انشاء المجتمعات العمرانية الجديدة بالنسبة للفرد فى مصر
(تقييم العناصر العمرانية والتكاليف الكلية فى المـدن الجديدة)

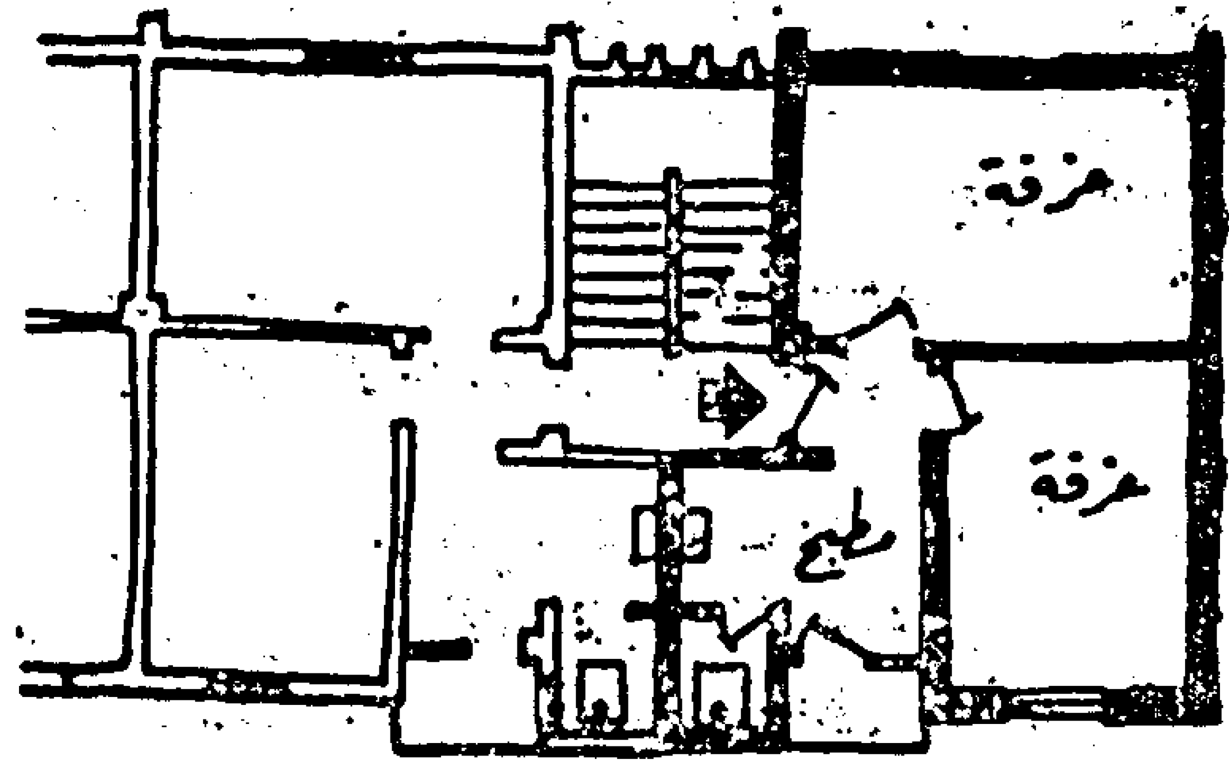
« انفتاح » طريق السـيارات وبين « ضـيق » ممرات المشـاة المظللة ، مع ضرورة الأخـذ فى الاعتبار ــ عند وضع تصورات الشـكل العام كذلك الانماط التصميمية والتخطيطية للشوارع والباوكات السكنية ــ الآثار المترتبة عن هبوب العواصف وما يصاحبها (عادة) من كسح الرمال التى تنقلها الرياح الصـحراوية وآثاره المدمرة (والأمثلة كثيرة على خطورة هذا الوضع) (٢) .

(١) انظر : أفاتولى ريمشا ، **تخطيط وبناء المدن فى المناطق الحارة** ، ص ٥٧و٥٨ ، ٢٦١ ، ٢٨٥ ــ ٢٧٦ .

المصدر : دراسـة السياسـة القومية للتنمية الحضرية

(1) See : Jerzy E. Glowczewski, **Development of Egypt's Western Desrt For Human Settlemements** (The Environmental Planning Center of the Aswan Regional Planning Office, and U.N. Consultant for City Planning and Housing at Abu Tartur, Western Desert : 1977), P. 170.

٥ ــ ومن الواضح ، ان **مساحة الوحدة السكنية** ، فى معظم مشروعات الاسكان العام فى الفترة الماضية صغيرة جدا ، تتراوح ما بين ٤٥ ــ ٥٠م٢ فى المستوى الاقتصادى ، ٧٠ ــ ٨٠م٢ فى المستوى المتوسط ... « بحجة » خفض تكاليف المسكن (انظر شكل رقم ٧) ويمكن القول ، بأن ضغط التكلفة يتأتى من حاصل ضرب عاملين اساسيين ، هما : « المساحة × تكاليف المتر المسطح » ... وفى ضوء ذلك يحتاج الى :



مقياس الرسم ١ / ٢٠٠

(شكل ٧)

النموذج السكنى فى منطقة عين الصيرة

٥ ــ ١ ان يوقف الاتجاه نحو التضييق المستمر للمساحات السكنية ، وان يراعى فى التصميم المعايير الأساسية لوضع حلول الاسكان الملائم : احتياجات الأسرة ومتطلباتها الانسانية والنفسية فى اطار من « التوظيف الأمثل للاحتياجات المادية مع « التكيف الواعى » لقوانين البيئة الطبيعية و « الاستخدام المتوازن » للتكنولوجى فى نظم بناء مبسطة مع دراسة السبل الكيفية خفض تكلفة المتر المسطح .

٥ ــ ٢ وفى ظل الصعوبات الاقتصادية لا يمكن توفير منزلا منفردا ــ الذى يتوسطه فناء داخلى وتلتف من حوله غرف وخدمات المسكن ــ لكل اسرة ، ولكن يمكن مثلا تجميع الوحدات السكنية ذات الثلاثة ادوار لتلتف حول المواقع المنسقة المشتركة فى افنية المجاورة السكنية ، كما يكون من الممكن علاوة على ذلك ايجاد افنية مستقلة لأغلب الشقق المجمعة فى الثلاث ادوار ــ وبهذه الطريقة يمكن ان يترجم مبدأ المسكن التقليدى داخل مجاورة سكنية .

٥ ــ ٣ كما ان مرونة التصميم أمر ضرورى يجب توافره فى مسكن المستقبل كى يستوعب تغيير حجم الأسرة ، والتى يجب ان تشمل « مرونة الحجم » اى امكانية زيادة او نقص حجم المسكن ذاته سواء بضم حجرة من مسكن مجاور او بناء حجرات اضافية ــ كما يجب أن توفر تصميمات النماذج « مرونة الاستعمال » أى سهولة الاستعمال الداخلى لغرف أو تقسيم المسكن لأكثر من جناح سكنى ، طبقا لتغيير حجم الأسرة وطبقا لحالتها الاجتماعية واحتياجاتها ، على ان يتم بطريقة اقتصادية .

٥ ــ ٤ ولا بد أن توجه الافكار والمفاهيم العامة لايجاد تصميمات مبتكرة لمجموعات المساكن ، أساليب ترتيبها ، تراعى : النطاق الصحراوى ــ تقليل كمية الحرارة ــ مشاكل التهوية ــ التوجيه الامثل ــ الملامح الحضارية والاجتماعية ــ التأثيرات النفسية للمستوطنين الجدد ــ التخضير ــ المجال البصرى للانسان وتنظيم الفراغ ــ تنسيق المواقع . وعلى ان يضع فى الاعتبار خلال اعداد التصميمات المعمارية ، توفير معدلات منخفضة للاسكان « نسبيا » تتبع من البيانات الأساسية للدراسات السكانية ، وتشمل : الفئات ــ التكوين الأسرى ، ــ العادات ، التقاليد ــ الاحتياجات الوظيفية لمختلف الطبقات ــ المحافظة على التوازن بين توفير الاحتياجات المادية والمتطلبات النفسية داخل تلك المجتمعات الصحراوية وتستدعى المحافظة على القيم الحضارية الأصلية وبما يتناسب مع التقدم الصناعى والتحول الاجتماعى داخل المجتمع وهذا بهدف « ايجاد الشعور بالانتماء » بين المستوطنين الجدد القادمين من الوادى .

٥ ــ ٥ ومن الضرورى ، أن تقوم مجتمعات الاسكان فى المستقبل على اساس نظام التعاون الكامل فى عمليات بناء المساكن طبقا لخطة موضوعة مسبقا : تدريب المستوطنين الجدد (خاصة من ذوى الدخل المحدود) على كافة أعمال البناء ــ توفير تصميمات ونظم انشائية « مبسطة » (١) ــ استخدام مواد البناء المحلية المتوفرة فى البيئة :

(1) See : Fahd H. Dakil and Other's, Housing Problems in Development Countries (Proceeding of "The international Association for Housing Science" (IAHS) International Conference, University of Petroleum and Minerals (UPM); Dhahran, Sudi Arabia, and John Wiley & Sons, New York : 1978), P. 168.

٦ – وعن المشكلة الكبرى وهى : **مشكلة الطلب على الاسكان** فهى « تتلخص فى ضرورة توفير ٤٫٣٩٢ مليون وحدة اسكان حضرى خلال الفترة من ١٩٨٥ – ٢٠٠٠ » وتزداد المشكلة تعقيدا اذا تبين أن الاحتياج من الأرض العمرانية لسد العجز الحالى فى وحدات الاسكان يبلغ ٢٧٫١١٥ هكتار (٦٧٫٠٠٠ فدان) يتوافر منها حاليا فقط ٧٫٤٠٦ هيكتار (١٨٫٣٠٠ فدان) ... ولمواجهة المشكلة بصورة شاملة .... يحتاج الأمر الى :

٦ – ١ ضرورة اجراء حصر شامل للأراضى الصالحة للبناء بمناطق الحضر المختلفة وتحديد مناطق الامتداد العمرانى « الناتجة عن تخطيط المدن والاتجاه نحو الأراضى الصحراوية كلما امكن ذلك ، مع مراعاة عدم تملك أراضى الحكومة » واتباع سياسة التأجير على اجال طويلة ومنح حق الانتفاع بالأرض فى حالة البناء عليها ، وكذلك تحريم اعادة بيع الأراضى المشتراه من الحكومة او وحدات الحكم المحلى أو الهيئات العامة الا اذا تم البناء عليها .

٦ – ٢ « مسح شامل » لتحديد مواقع البناء وكمياتها فى اقاليم مصر المختلفة ، بجانب التوسع فى انتاج مواد البناء الأساسية (خصوصا الحديد والأسمنت) حتى يصل الانتاج المحلى المتاح الى درجة الاكتفاء الذاتى ، مع التوسع فى صناعة الطوب الرملى الإسمنتى/ ...رى/الردم الخفيف) ، حيث ظهرت اهمية الطفلة فى الزراعة بجانب ضخامة تكلفة الانتاج مع ضرورة استحداث مواد بناء اقتصادية مثل : العناصر الانشائية كالكمرات والاسقف – القواطيع الخارجية والداخلية ، بجانب ادخال نظام ضبط الجودة .

٦ – ٣ تأسيس نظام متطور ومتكامل لتعليم وتدريب العاملين فى مجال البناء بمستوياتهم المختلفة سواء الفنيين أو العمال او الحرفيين ، وتطوير التعليم الفنى العام بحيث تضم مناهجه أساليب التشييد المتطورة والأجهزة والمعدات المستحدثة فى البناء ، هذا بجانب التوسع فى انشاء معاهد الصناعات المعمارية التى تقوم بتخريج الفنيين والمساعدين والعمال ، وكذلك التوسع فى انشاء مراكز التدريب التابعة لوزارة التعمير وتشجيع شركات المقاولات الكبرى على انشاء مراكز تدريب تابعة لها .

٦ – ٤ منح التسهيلات المناسبة « للحث » على انشاء شركات متخصصة لأجهزة ومعدات البناء الحديثة ، التى تقوم باستيرادها وتوفيرها وبتأجيرها وتشغيلها ، وعلى أن يلازم ذلك ادخال مراكز صيانة ، ووضع شروط الاستخدام الأمثل لهذه المعدات – خاصة اشتراطات الامان للعاملين عليها – وكذلك تشجيع التصنيع المحلى لبعض هذه الأجهزة .

٧ والواضح ، **أن الغالبية من سكان الحضر بمصر من الطبقة ذات الدخل المحدود التى لا يتحمل دخلها قيمة الايجار أو قسط التمليك** ، حيث أن اقل تكلفة للوحدات السكنية الحالية والمشيدة من قبل الحكومة تدور حول رقم ٤ آلاف جنيها (طبقا لأسعار ١٩٨٣) وهذا الرقم بعيدا عن « قدرة » و « تناول » ٧٦٪ من السكان الحضريين ... ولهذا ، فيجب العمل فورا على تقديم المساعدات فى صورها المختلفة لدعم الاسكان الاقتصادى من خلال :

٧.١ انشاء شركات مقاولات متخصصة لتنفيذ مشروعات الاسكان الاقتصادى تحاسب بمقدار الانجاز وليس بالربح المحقق . اى اقامة شركات مخسرة .

٧.٢ تخصيص الدعم المناسب عن طريق : منح قروض بفوائد ميسرة وعلى أقساط طويلة الأجل – توفير براضى البناء المزودة بالمرافق باسعار اقتصادية رخيصة – منح التصميمات المعمارية والرسومات التنفيذية بدون مقابل – ادخال الأفكار التصميمية والتنفيذية الجديدة ، التى تسمح بالسرعة لانتاج أكبر كمية من الوحدات السكنية فى أقل فترة زمنية ، ويستكمل بناؤها بجهود الأسر الذاتية . (وهذا مشروط بتبنى آراء وتطلعات طبقة عريضة من السكان بهدف توفير حلول اسكانية تتفق مع رغباتهم وانماط معيشتهم – تشجيع وتنمية فكرة المشاركة الذاتية والجماعية « للمستفيدين » فى البناء وادارة المشروع بعد التنفيذ .

٧.٣ أعطاء الاسكان « أولوية » فى الاستثمارات .

٧.٤ المهمة الرئيسية للحكومة يجب أن توجه الى توفير اراضى مخططة ، وان توجه مواردها (التكنيكية / التمويلية / الادارية) لتوفير بنية الأساس داخل هذه الأراضى مع ضرورة ادخال الأساليب الاقتصادية الحديثة للحد من تكلفة أ شبكات المرافق الرئيسية – الامداد بالمياه وتصريف مياه المجارى – رصف الشوارع – الكهرباء واعمدة الانارة – جمع القمامة والتخلص منها – الخ ...) وهى كلها أمور تتطلب نظم معقدة وعلى مستوى ضخم

تعجز المجموعات البسيطة والأفراد عن تدبيرها وتوفيرها .

٧ ـ ٥ سياسات الاسكان التى تضعها الحكومة ، يجب أن تهدف فى المقام الأول لخدمة الفئات العريضة من ذوى الدخل المحدود ، وعلى هذا فالاسكان المدعم الذى تقيمه الجمعيات التعاونية بقروض حكومية بسعر فائدة ٤٪ يجب اخضاعه لقواعد توزيع عادلة ـ حتى يصل الدعم الاسكانى الى مستحقيه ـ من خلال عمل شرائح للفائدة على القروض تحدد قيمتها على اساس دخل الفئات الاجتماعية المستفادة من هذه الوحدات ومسطحات فترداد قيمة الفائدة تدريجيا من ٤٪ كلما زاد دخل الأسرة ومسطح الوحدة .

٨ ـ وقد تلاحظ ان **القطاع العام الاسكانى** ، انحصرت مجهوداته فى توفير عدد محدود جدا ، من وحدات سكنية طوال ربع قرن وبما يشكل « عشر » ماتم تنفيذه من اسكان حضرى فى مصر ، كما لم تزد مجهوداته فى مجال تنفيذ مشروعات الاسكان الاقتصادى عن نسبة ٧٣٪ من جملة أعماله ، التى اتسمت بارتفاع اسعارها لاعتماده على مقاولى الباطن ، حتى اصبحت تكاليفها أعلى من مثيلاتها فى القطاع الخاص وعليه يجب مراعاة الآتى مستقبلا :

تغيير « فلسفة الانتاج » فى هذا القطاع من الانتاج بهدف الربح الى الانتاج من أجل توفير مساكن للفئات محدودة الدخل ، مع « تدعيمه » و « تحريره من القيود » و « اللوائح » التى تعوق من انطلاقه ، والتركيز على ضرورة « ربط الأجر بالانتاج » كاساس لتوفير العمالة الفنية بهذا القطاع « وكذلك » الحد من التعامل مع مقاولى الباطن « بهدف » السيطرة « على تكلفة المسكن » مع ضرورة تركيز جهود شركات البناء فى القطاع العام فى المستقبل لتنفيذ مشروعات الاسكان الاقتصادى فقط .

٩ ـ أما القطاع الخاص الاسكانى ، فمعدل تشييده يعادل حوالى « تسعة أمثال » نظيره فى القطاع طوال الفترة الماضية (١٩٦٠ ـ ١٩٨٥) ، كما أن سلوكه فى السنوات الأخيرة ليوضح بجلاء مدى المساهمة الفعالة التى يمكن أن يقدمها للتغلب على مشكلة العجز فى وحدات الاسكان ، لو توفر له المناخ المناسب . . . ولهذا من الضرورى ان تتجه سياسات الاسكان فى الدولة الى تشجيع هذا القطاع « لينطلق » من خلال :

٩ ـ ١ توفير الاراضى المخططة بالمدن الجديدة والضواحى وامتدادات المدن القائمة ، وعى أن يراعى فى أسلوب تقسيم تلك الاراضى متطلبات الهيكل الاجتماعى والاقتصادى للسكان وانماط معيشتهم وحياتهم اليومية .

٩ ـ ٢ تدبير برامج مساعدات مالية وتكنولوجية لتشجيع الأسر على بناء المزيد من الطوابق السكنية فى حدود ما تسمح به التشريعات .

٩ ـ ٣ توفير مستلزمات واجهزة ومعدات البناء المتطورة .

٩ ـ ٤ ازالة كافة المعوقات (من اجراءات وتشريعات وغيرها) لتسهيل دور القطاع الخاص الاسكانى فى مجال توفير وحدات الاسكان على مختلف مستوياتها .

١٠ ـ وعن ظاهرة مخالفة التشريعات فهى السائدة والقاسم المشترك فى الوقت الحاضر وتتمثل فى الارتفاعات الشاهقة والامتدادات العشوائية المخالفة للقانون ، فنسبة المخالفات كبيرة والتقديرات عالية جدا ، كما أدت قوانين الايجار الى سلبيات كثيرة : اهمال المبانى القديمة وتجنب الصيانة الدورية لها ـ احجام الملاك الجدد عن التأجير والاتجاه نحو التمليك ـ وجود آلاف الوحدات غير المكتملة . ومن الواضح أن القوانين بوضعها الحالى لا تشجع على الاستثمار فى مجال الاسكان (٧٪ من اجمالى التكلفة للارض + المبانى) ، . . . والحلول للتغلب على هذا المشكل تتلخص فى الآتى :

١٠ ـ ١ العمل على وقف كل صور ومظاهر الاعتداءات الجارية الآن ـ على قانون المبانى وتقسيم الأراضى ـ مع « توقيع العقوبة » والغاء كل الاستثناءات « مع العمل على التطبيق الجاد لقانون التخطيط العمرانى ، ومنع اقامة المبانى والمنشآت على الأراضى الزراعية » .

١٠ ـ ٢ تحرير العلاقة بين المالك والمستأجر لتصبح ـ كما كانت قديما ـ « حرة » تتحدد بالعرض والطلب ، مع اعادة تنظيم عائد استثمار راس المال فى مجال الاسكان بحيث تدر المبانى السكنية عائدا مناسبا ، وعلى ان يتم مراجعة القيمة الايجارية للمبانى فى ضوء زيادة الأسعار بصفة دورية .

١٠ ـ ٣ تخصيص نسبة من ايرادات العقار تحصل من الملاك والمستأجرين بغرض مداومة الصيانة لوحدات الاسكان القائم ، فهى تمثل ثروة قومية يجب الحفاظ عليها .

١٠ ــ يجب أن تتسم مجموعة القوانين المنظمة للاسكان مستقبلا « بالثبات » و « الاستقرار » لاعادة الطمأنينة الى نفوس الملاك لتشجيعه على المزيد من البناء .

١١ ــ وأخيرا ، ويؤكد البحث على ضرورة اقامة بنك معلومات للاسكان توضع فيه البيانات والمعلومات عن كافة المجالات المتعلقة بالاسكان ، مثل :

١١ ــ ١ **الاقتصاد القومي :** كالدخل القومي والاستثمارات والميزان التجارى ونصيب **الاسكان من كل منهم ــ الخ ...**

١١ ــ ٢ **السكان والقوى العاملة .**

١١ ــ ٣ **دخل الأسرة وأوجه الانفاق والاستهلاك .**

١١ ــ ٤ **الاسكان وحالته واستعمالاته .**

١١ ــ ٥ **سوق الاسكان :** كسعر المسكن / الأرض ــ سوق العقارات / الايجارات .

١١ ــ ٦ **صناعة الاسكان: كتوزيع المؤسسات** الخاصة بانشاء المبانى (مقاولون ــ شركات) القوى العاملة ــ الأجهزة الميكانيكية ــ مساحة الأرض التى تضم الى الحضر سنويا ، وغيرها .

١١ ــ ٧ **تمويل الاسكان: كالبنوك وتوزيعها** شركات التأمين والمؤسسات الأخرى .

١١ ــ ٨ **التشريعات المنظمة العمران والقوانين** التى لها علاقة بالاسكان : تخطيط المدن وتقسيم الاراضى والمبانى وتحديد الأحياء ونزع الملكية .

وخلاصة القول، فان اهم المشاكل العمرانية المؤثرة على الاسكان والحلول المناسبة لها ، هى:

* **تزايد السكان :** يحتاج الى خلق مناطق تنمية خارج الوادى وتوزيع السكان على أقاليم الدولة المختلفة .

* **تركيز السكان فى العاصمة ــ** ويحتاج الأمر الى : تنمية القرية ــ قرارات تخص المدينة الأم ــ خلخلة المبانى ــ تجديد الاحياء .

* **مشروعات الاسكان العام :** اختيار مواقع مناسبة ــ تعدد التصميمات ــ الاهتمام بالتصميم العمرانى ــ صيانة وتشغيل المشروعات .

* **المجتمعات الجديدة ــ** فى حاجة الى : الانشطة الانتاجية ــ معايير المدن الصحراوية ــ **معدلات اسكان ملائمة للاوضاع البيئية والاجتماعية .**

* **الوحدة السكنية :** تتطلب المعايير **الأساسية ــ تجميع حول الافنية المشتركة ــ** استبعاد النماذج المعتادة وتعدد التصميمات ــ التعاون الكامل فى عمليات بناء وحدات الاسكان .

* **وعن المشكلة الكبرى ــ** الطلب على الاسكان ، يحتاج الأمر الى : حصر الأراضى الصالحة للبناء ــ مواد البناء المحلية ــ التدريب ــ شركات لأجهزة ومعدات البناء الحديثة ــ تشجيع التصنيع المحلى .

* **طبقات الدخل المحدود ــ** تحتاج الى : شركات مقاولات مخسرة ــ الدعم ــ أولوية فى الاستثمارات ــ توفير أراضى مخططة ــ بنية الأساس بعناصرها المختلفة .

* **القطاع الخاص الاسكانى ــ** يجب أن يشجع من خلال : توفير الأراضى المخططة + برامج مساعدات مالية وتكنولوجية + توفير الأجهزة والمعدات الحديثة + ازالة كافة المعوقات .

* **التشريعات العمرانية :** تحتاج الى : تطبيق جازم للقانون ــ سياسة العرض والطلب ــ الاستقرار فى مجموعة القوانين .

ونظرا لتشعب المشكلة وارتباطها بكثير من القضايا والبدائل والظروف المؤثرة على شكلها النهائى ، فقد أعطت هذا الوضع المعقد لمشكلة الاسكان فى مصر . لذلك ، يتطلب الأمر اقامة بنك معلومات للاسكان . لتوفير كافة البيانات والمعلومات المتعلقة بالموضوعات السابق شرحها .

وأخيرا ، فان الاسكان فى المرحلة المقبلة يجب أن يتناول من مفهوم الشمولية فى البحث عن حلول وأن يتجنب السياسات الماضية ، التى لم تحل المشكلة بل أدت الى ظهور كثير من المشاكل وتفاقمها . فمشكلة الاسكان فى مصر ليست مجرد توفير المسكن الملائم فقط ، بل هى اهم واشمل أنها مشكلة ضرورة توفير متطلبات عمرانية انتاجية جديدة بكل ما يحمل هذا المعنى من سمات المجتمعات المتحضرة ، توفر لها الأدوات والوسائل والأساليب الفنية المعاصرة الموائمة للبيئة ولحياة الانسان المصرى فى المستقبل لتحقيق التنمية الحضرية لكل الحيز المصرى .

وفقنا الله سبحانه وتعالى الى مافيه الخير لمصر وسكانها .

وقل اعملوا فسيرى الله عملكم ورسوله والمؤمنون .

« صدق الله العظيم »

for the dimensionless shut-in time was revealed by means of trial and error solution to be 0.13 (rather than the value of 0.1 introduced in literature).

A very good agreement was obtained between results revealed from both alternative method and field measurements.

NOMENCLATURE :

B = formation volume factor, bbl/stb.
C_t = System total compressibility, psi^{-1}.
h = formation thickness, ft.
J = Productivity index, bbl/day/psi.
K = Permeability of formation, md.
m = Slope of pressure build-up simi-log straight line, psi/cycle.
$\overline{P}$ = average pressure in drainage area of a well. psi.
P_{1hr} = Pressure read from linear portion of pressure build-up curve at one hour closed-in time, psi.
P_e = Pressure in well after infinite closed-in time in infinite reservoir, psi.
P_{wf} = actual bottom-hole flowing pressure, psi.
P_{wfi} = ideal bottom-hole flowing pressure, psi.
P_{ws} = closed-in pressure in well during build-up, psi.
ΔPs = Pressure drop in «skin» region next to wellbore.
q = Oil-production rate at surface condition, bbl/day.
r = radial distance from well centre, ft.
r_d = effective drainage radius, ft.
r_e = radius of reservoir or drainge area, ft.
r_w = well radius, ft.
S = Skin factor, dimensionless.
t = time, hrs.
t_o = Flowing time of well, hrs.
Δt = Closed-in time of well, hrs.
'U = oil viscosity, cp.
Φ = Porosity, fraction.

REFERENCES

1. Horner, D.R. «Pressure build-up in wells» Proc., Third world Petr. Cong. (1951) sect. II, 503.
2. Matthews, C.S. «Analysis of pressure build-up and flow test data» paper presented at SPE Formation Evaluation Symposium, No. 21 — 22, 1960 (Houston).
3. Serra, K.; Reynolds, A.C. and Raghavan, R. «New Pressure transient analysis methods for naturally fractured reservoirs». Journal of Pet. Tech., December 1983.
4. Hurst W. «Establishment of the skin effect and its impediment to fluid flow into a well bore». Pet Eng. (Oct., 1953) 25, B-6.
5. Gatlin, C. «Petroleum Engineering-Drilling and well completions» Prentice-Hall, INC., Englewood Cliffs, N.J., 1960.
6. Aguilera, R. «Discussion of new pressure transient analysis methods for naturally fractured reservoirs». Journal of Pet. Tech., May 1984.
7. Van Everdingen, ,A.F. «The skin effect and its influence on the productive capacity of a well». Trans., AIME (1953), 198, 171.
8. Aronofsky, J.S. and Jenkins, R. «Unsteady radial flow of gas through porous media». Jour. Appl. Mech. (1953), 20,210.
9. Perrine, R.I. «Analysis of pressure build-up curves». Drill. and Prod. Prac., API (1956) 482.
10. Pirson, S.J. «Oil reservoir engineering». 2nd ed., Mc Graw-Hill book Company Inc., New York, 1958, P. 392.
11. Aronofsky, J.S. and Jenkins, R. «A simplified analysis of unsteady radial gas flow». Trans., AIME (1954), 201, 149-154.
12. Odeh, A.S. «Pseudosteady-state flow equation and productivity index for a well with noncircular drainage area». JPT., NOV. 1978, 1630.

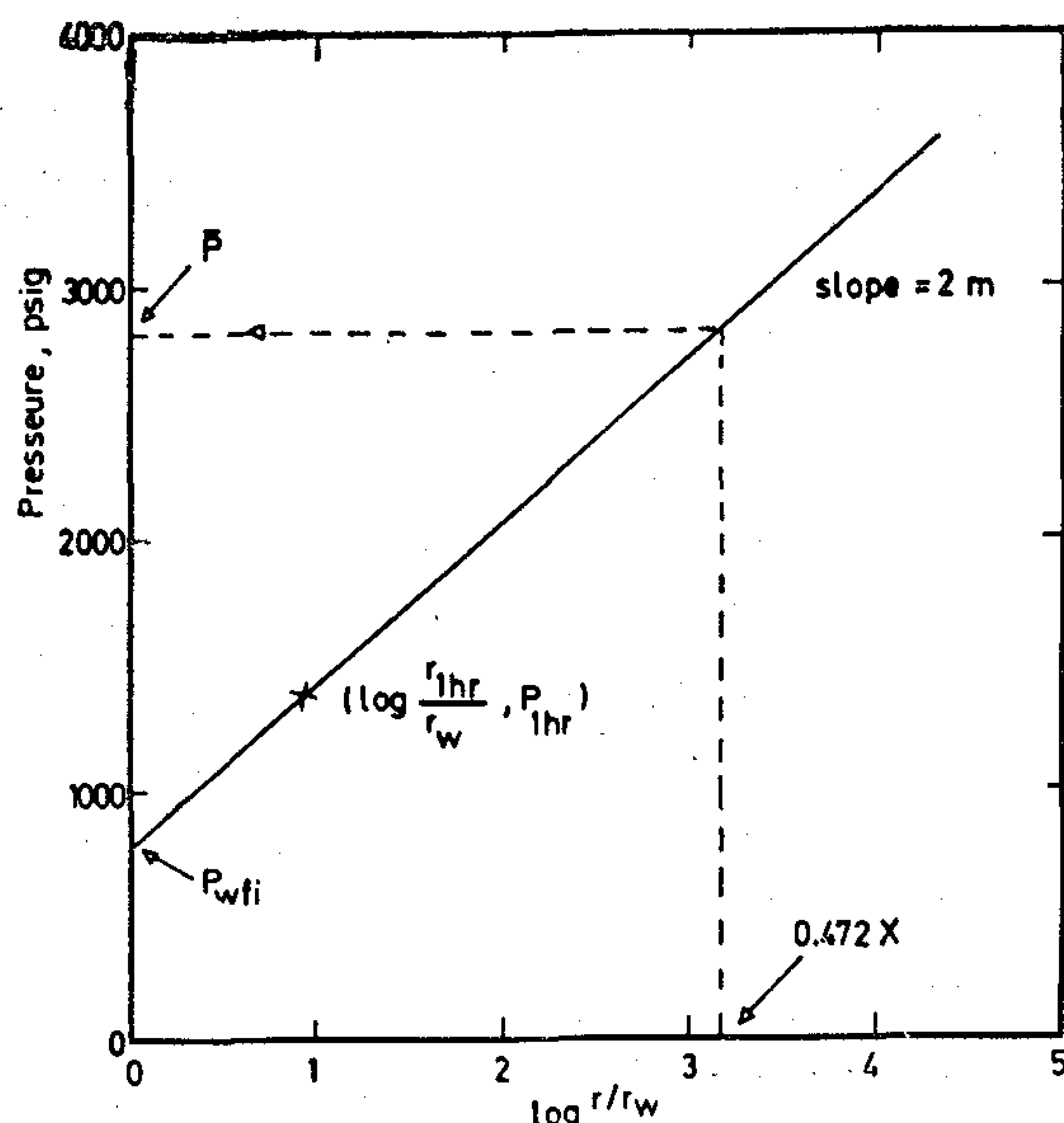


Figure 3 Determination of $\bar{P}$ and P_{wfi}

5 — Combining equations (5) and (18) enables the determination of skin effect (S) as follows:

$$S = \frac{P_{wfi} - P_{wf}}{0.87\ m} \qquad (19)$$

6 — Flow efficiency can be also be calculated from a combination of equations (6) and (18). This may be indicated in the form:

$$\text{Flow efficiency} = 1 - \frac{P_{wfi} - P_{wf}}{\bar{P} - P_{wf}} \qquad (20)$$

where $\bar{p}$ is calculated from equation (15). A trial and error attempt revealed a very good agreement between results obtained for skin effect from both equations (4) and (19) considering the value of dimensionless time TD to be 0.13. for this investigation, data were obtained from Gulf of Suez oil fields.

Example for method of calculation:

A pressure build-up survey for well R3-11 (Gulf of Suez oil field) has been performed and field data may be written as follows:

Production rate (q) = 8600 bbl/day

oil formation volume factor (Bo) = 1.335 bb/stb

Oil viscosity (Uo) = 0.503 C.P,

C_t = 18x10^{-6} Psi^{-1}

Φ averaage = 0.143

h_{net} = 535 Ft.

r_e = 650 Ft.

r_w = 7/24 Ft.

P_{wf} = 3500 psi

$\bar{P}$ = 4124 psi

P.I. = 13.8 bbl/day/psi

slope of pressure build-up line (m) = 31 psi/cycle.

k= 56.5 m.d.

P_{1hr} = 4115 psi

Skin effect = 16.34

Substituting in equation (8) (for t = 1 hr) gives:

r_{1hr}= 0.0254 (56.5 x 1 x 10^6/0.143 x 0.503 x 18)$^{0.5}$= 167.79 ft.

Then equation (17) is used to compute p_{wfi} as follows :

p_{wfi} = 4115 — 62 log 167.79 x 24/7 = 3944 psi

Δ p_s (from pressure distribution) = p_{wfi} — p_{wf} = 3944 — 3500 = 444 Psi

Substituting in equation (4) provides S = 16.34

Therefore, Ps (From pressure build-up 0.87 ms. = 0.87x31 x 16.34=441 psi

Thus, the two values of Δ Ps are very close to each other. This clearly reveals a very good agreement between results obtained from the present method and field measurements.

Substituting in equation (15) provides:

P = 3944 + 2x31 log (0.472 x 650x24)/7 = 4131 psi

which again is quite close to the value of 4124 revealed by field data.

Flow efficiency = 1 — 441/4131 - 3500 = 30.1 %

CONCLUSIONS :

A simple alternative method for calculating skin effect and flow efficiency for producing wells was successfully introduced in this study. An optimum value

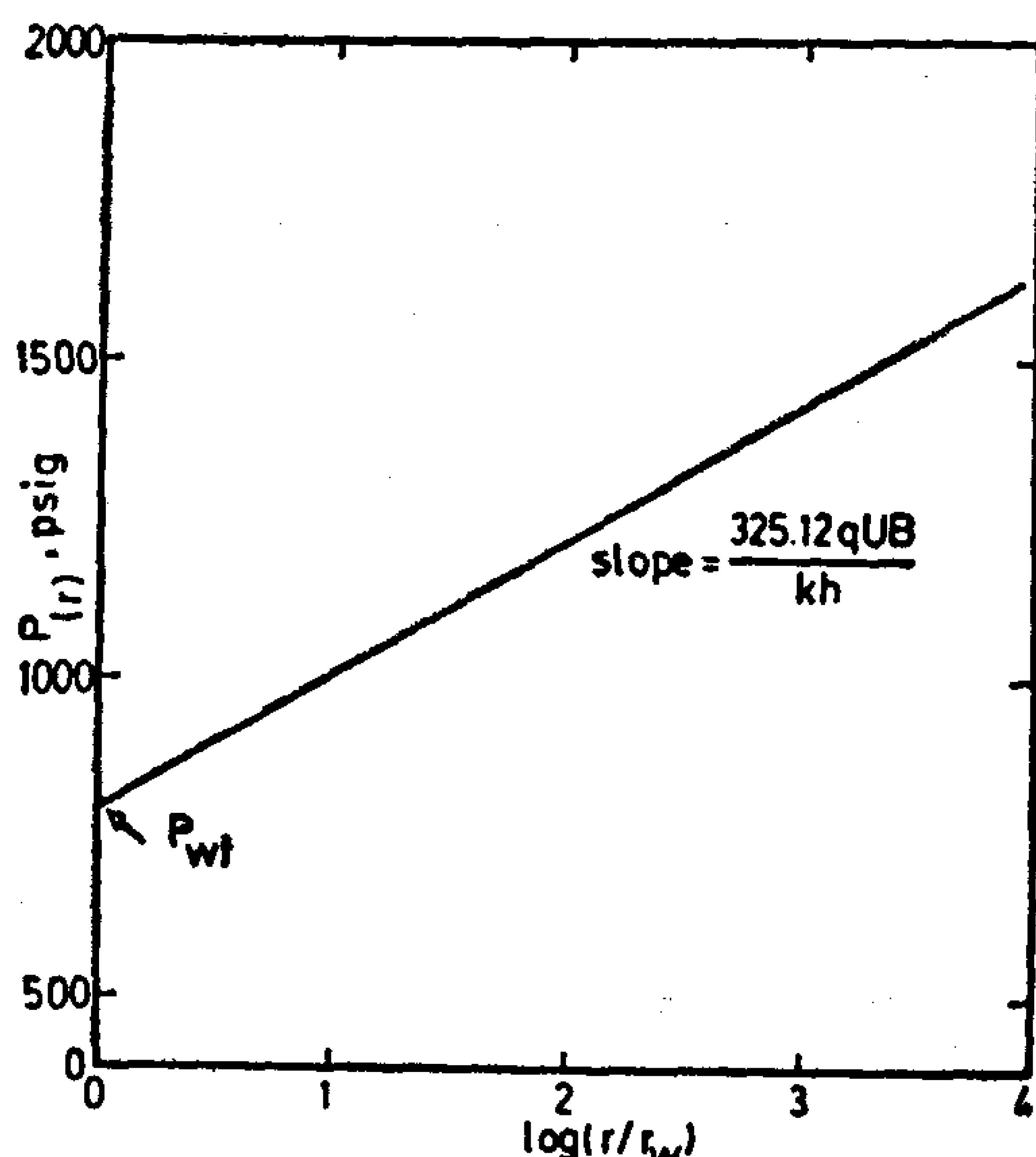


Figure 2 Pressure distribution curve

Accordng to Aronofsky and Jenkins(11) the relation between effective drainage radius and the reservoir radius is as follows:

$$\frac{r_d}{r_e} = e^{-0.75} = 0.472 \quad (11)$$

Since the pressure at the effective drainage radius is the average reservoir pressure, equation (10) can be introduced in the form:

$$\bar{P} = P_{wf} + 325.12 \frac{q\ U\ B}{k\ h} \log 0.472 \frac{r_e}{r_w} \quad (12)$$

Equation (12) can be used to calculate the average reservoir pressure ($\bar{P}$) for undamaged wells ($P_{wf} = P_{wfi}$) However, if the well has a skin, equation (12) should be modified to:

$$\bar{P} = P_{wfi} + 325.12 \frac{q\ U\ B}{K\ h} \log 0.472 \frac{r_e}{r_w} \quad (13)$$

Where P_{wfi} is the ideal bottom-hole flowing pressure. The value 325.12 qUB/kh can be replced by twice the numerical value of the pressure build-up simi-log sraight line slope (m). Hence, the final form for computing the average reservoir pressure, using the pressure build-up data will be:

$$\bar{P} = P_{wfi} + 2\ m \log 0.472 \frac{r_e}{r_w} \quad (14)$$

Odeh(12) proposed a factor (X) for different shapes of drainage area and different well position in such area (for circular drainage area, $X = r_e/r_w$). Thus equation (14) can be generalized and introduced in the following form:

$$\bar{P} = P_{wfi} + 2\ m \log (0.472\ X) \quad (15)$$

The alternative method of calculation can now be summarized as follows:

— From equation (8), r_{1hr} is calculated (t=1) where r_{1hr} is the radius at which P_{1hr} was existing just before shut-in.

2— The numerical value of (m) is determined using equation(2).

3— The prssure distribution simi-log straight line is now defined by its slope (2m) and a passed through point (log r_{1hr} / r_w, P_{1hr}) . The intercept of the line provides the value of ideal bottom-hole flowing pressure P_{wfi} as illustrated in Figure 3. This can be computed from the following equation:

$$2m = \frac{P_{1hr} - P_{wfi}}{\log \frac{r_{1hr}}{r_w}} \quad (16)$$

Which can be expressed as:

$$P_{wfi} = P_{1hr} - 2\ m \log \frac{r_{1hr}}{r_w} \quad (17)$$

4 — The pressure drop due to skin effect equals the difference between ideal and actual values of bottom-hole flowing pressure and this may be expressed as :

$$\Delta P_s = P_{wfi} - P_{wf} \quad (18)$$

pletion is obtained by comparing the actual productivity index J and the ideal one (no skin) as follows:

$$\text{Flow efficiency} = \frac{J_{actual}}{J_{ideal}} =$$

$$\frac{\bar{P} - P_{wf} - \Delta P_s}{\bar{P} - P_{wf}} = 1 - \frac{\Delta P_s}{\bar{P} - P_{wf}} \quad \cdot\cdot(6)$$

Aronofsky and Jenkins(8) illustrated that gas wells behave in a manner very simlar to oil wells. According to Perrine(9) shape of the pressure build-up curves when both oil and gas are flowing is very much the same as when only one phase flows. Hence, the skin effect and wellbore damage can be calculated from equations 4, 5 and 6, provided that the total mobility and total compressibility of oil, gas and water are used instead of single phase mobility and compressibility, respectively.

In the present investigation, simple alternative correlations were successfully employed for pressure build-up analysis to calcualte skin effect and flow efficiency of a producing well. For this goal, a compbination of bothpressure build-up and pressure distribution curves was utilized. An appreciable agreement with field results was unequivocally revealed. Practical field data were obtained, for this investigation, from Gulf of Suez oil fields.

Procedure and discussion:

A relation between pressure distribution around a producing well during the flowing period and the pressure behaviour during the build-up period is one of the most important basis for the pressure transient analyst to understand the physical meaning of pressure build-up testing.

The dimensionless shut-in time (T D) required to reflect the pressure existing at a certain radial distance from well centre (r) during flowing condition is expressed as:

$$TD = \frac{0.0002637\ Kt}{\phi\ U\ C_t\ \Pi\ r^2} \quad (7)$$

This equation indicates that the recorded pressure during the build-up period after a certain shut-in time is a reflection of the pressure which was existing at a certain radius (r). Just before shut-in.

In the literature, the value of TD is taken as 0.1. However, in this study, a trial and error solution was successfully adapted to obtain an optimum value for TD which was revealed as 0.13. Considering the latter value for TD, equation (7) can be written in the form:

$$r = 0.0254 \left(\frac{K\ t}{\phi\ U\ C_t} \right)^{0.5} \quad (8)$$

The familiar steady state flow equation (see, for example, Pirson(10)) is introduced as:

$$\bar{P}_{(r)} = P_{wf} + \frac{q\ U\ B}{0.007082\ K\ h} \ln(r/r_w) \quad (9)$$

which can be written in the form:

$$P_{(r)} = P_{wf} + 141.2\ \frac{q\,U\,B}{K\,h}$$

$$(2.303\ \mathrm{Log}(r/r_w))$$

$$\text{then } P_{(r)} = P_{wf} + 325.12$$

$$\frac{q\ U\ B}{K\ h} \log(r/r_w) \quad (10)$$

Equation (10) represents a straight line relationship between P_r and log r/r_w having thhe value of P_{wf} as the intercept and a slope which equals to 325.12 qUB/Khas shown in Figure 2

As revealed from equation (2), the pressure build-up simi-log straight line has a slope of numerical value of 162.6 qUB/Kh. It is evident that the slope of the pressure distribution curve is twice, in magnitude, the slope of the pressure build-up curve.

partial penetration and two-phase flow have been investigated by several authors Matthews[2] introduced a literature review for these effects and concluded that the same method of analysis of build-up curves proposed by Horner[1] could be applied with slight modification to oil reservoirs, gas and reservoirs producing both oil and gas. Recently, Serra et al.[3] applied the conventional Horner's simi-log plot to correlate pressure build-up data obtained for wells producing from naturally fractured reservoirs. They proposed the existance of an intermediate regime represented by a straight line with a slope equal to one-half the slope of the early and late straight lines in the simi-log plot.

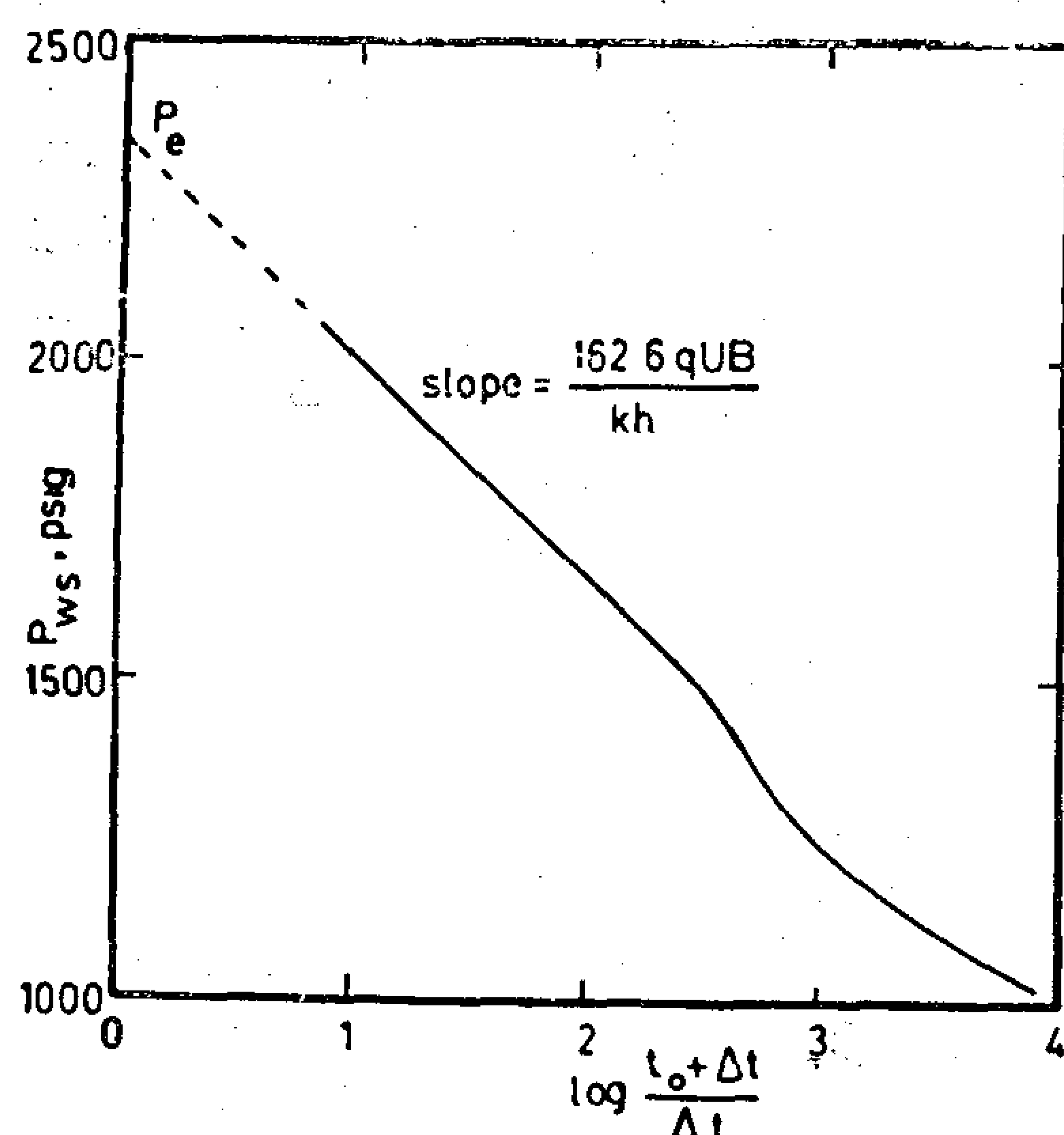


Figure 1 Pressure build-up curve

A well surrounded by other wells will have a build-up curve qualitatively similar to that of one well in a bounded reservoir. However, this is not true for very long closed-in times. The boundary effect or the effect of interference of other wells is to flatten the build-up curve at long closed in times. The bending over of build-up curve causes the final static or average reservoir pressure $(\bar{P})$ to be lower than the value of pressure extrapolated from the straight-line section (Pe).

On the other hand, the effect of wellbore damage is expected to distort the pressure build-up curve at early closed-in time (similar effect exists due to well fill-up or what is known as after production).

The influence of wellbore damage on pressure distribution is to cause an extra pressure drop right at the wellbore as explained by Hurst[4]. This extra pressure drop has been known as «Skin effect». Shortly after shut-in, the well pressure should rise by an amount Δ Ps. Thus, the order of magnitude of the skin effect should be evident from the difference between bottom-hole flowing pressure and the pressure shortly after shutting in.

Skin effect may be computed in terms of productivity ratio (P R). Such ratio (see, for example, Gatlin[5]) can be calculated using the value of slope of pressure build-up line(m). In addition, the inverse of PR has been introduced and denoted as a damage factor. Skin effect is related to productivity ratio as follows:

$$S = \frac{\ln(r_e / r_w)}{PR} - \ln(r_e / r_w) \quad .....(3)$$

However, the more recent conventional equation for skin effect (as provided by Aguilera[6]) can be written in the form:

$$S = 1.151 \left(\frac{P_{1hr} - P_{wf}}{m} - \log \frac{K}{\phi U C_t r_w^2} + 3.23 \right) ...(4)$$

According to Van Everdingen[7], a value of 1.07 was introduced instead of the value 3.23 of the latter equation. The value of P_{1hr} in equation (4) should be taken on the straight-line portion of the pressure build-up curve. If the build-up curve is not straight-line portion at one hour, it is necessary to extrapolate the straight-line portion back-wards. The pressure drop (Δ Ps) in the skin or damaged zone may also be expressed as:

$$\Delta P_s = 0.87 \; m \; s \quad (5)$$

A measure of the efficiency of com-

AN ALTERNATIVE METHOD FOR DETERMINATION OF SKIN EFFECT AND FLOW EFFICIENCY OF A PRODUCING WELL

By

* Mohamed A. Abou Saif

° Elsayed D. Elayouty

ABSTRACT

Interpretation of pressure build-up data obtained in the conventional manner has been more or less difficult because of the deviation from theoretical behaviour. Major causes of this deviation have attributed to some phenomena such as the effects of boundaries, after-production, formation damage, reservoir heterogeneity and two-phase flow. However, it has been concluded by many authors that the conventional method of pressure build-up analysis can be successfully applied with a slight modification to oil reservoirs. gas reservoirs and reservoirs producing both oil and gas.

The present study was devoted to obtain a simple alternative method for calculating skin effect and flow efficiency of a producing well. For such purpose, a combination of both pressure build-up and pressure distribution curves was utilized. Moreover, a more precise value for the dimensionless shut-in time was obtained by means of a trial and error solution. The obtained value was found to be a bit different from the traditional value of 0.1 introduced in literature.

For this investigation, practical field data were collected from Gulf of Suez oil fields. A really good agreement was revealed between results obtained using the alternative method and those obtained from field measurements.

INTRODUCTION :

Methods of using pressure build-up or flow tests to estimate formation permeability, reservoir pressure and formation damage have been studied by numerous investigators. The theory for the pressure build-up behaviour of a well producing a single, slightly compressible fluid from an infinite homogeneous reservoir was preseted by Horner(1). According to him, the equation for build-up when oil is the only phase flowing is:

$$P_{ws} = P_e - \frac{162.6\ q\ U\ B}{k\ h} \log \frac{t_o + \Delta t}{\Delta t} \quad (1)$$

An analysis of the above equation reveals a straight line relationship (between P_{ws}, and log $t_o + \Delta t / \Delta t$) the slope of which «m» is the coefficient of the logarithmic term:

$$m = - \frac{162.6\ q\ U\ B}{k\ h} \quad (2)$$

An extrapolation of the straight-line to an infinite shut-in time, $(t_o + \Delta t)/ \Delta t) = 1$ gives the value of P_e as shown in Figure 1.

A number of phenomena which cause actual pressure build-up behaviour to differ from the idealized case, such as the effects of boundaries, wellbore damage, well fill-up, reservoir inhomogenities,

* (Faculty of Petroleum and Mining Engineering, Suez Canal University,

increases too. When the average values of each two adjacent elements are taken, the computed stress values become in close agreement with the exact ones.

REFERENCES

1. Akhnoukh, Sh. L, «Effect of End Conditions on the Distribution of Strains and Stresses in Short Cylinders Subjected to Axial Compression, An Application of Finite Element Method», A Thesis Submitted in Partial Fulfillments for M.Sc. Degree in Mechanical Engineering, Faculty of Engineering & Technology, Helwan Uivernity, Egypt, May (1981).

2. Filon, L.N.G., « The Elastic Equilibrium of Circular Cylinders Under Certain Practical Systems of Load», Philosophical Trans. of Royal Society, Series A, Vol. 198, P. 147-233, (1902).

3. Kopchenova, N.V. and Maron, I.A., «Computational Mathematics», Mir Publishers, Moscow, (1975).

4. Miroshnichenko, E.R., «The Problem of a Cylinder Compressed Between Rigid Plates Without Sliding», Mosk, Lesotekhn. Inst., Moscow, (1957).

5. Nevin, M. Mawsof, «An Application of Fimite Element Method to Some Axisymmetric Problems», Cairo University, (1976).

6. Pickett, G., «Application of the Fourier Method to the Solution of Certain Boundary Problems in the Theory of Elasticity», Trans., A.S.M.E., Vol. 66, P. A-176, (1944).

7. Sewailem, M.R.; Ahmed, A.M; Wussein, M.Y. and Akhnoukh, Sh. L, «Distribution of Stresses and Strains as Affected by the End Conditions of Short Cylinders Subjected to Axial Compression Using the Finite Element Method», a Paper under Publication in the Bulleti of the Faculty of Engineering, University of Assiut.

8. Timoshenko and Goodier, «Theory of Elasticity», McGraw-Will, Tokyo, (1951).

9. Zienkiewicz, O.C., «The Finite Element Method», McGraw-Will, London, (1977).

0.30, an increase from 0.100 to 0.184 in the critical coefficient of friction takes place. This means that the tendency of slipping between the cylinder ends and the platens increases as the Poisson's ratio increases also.

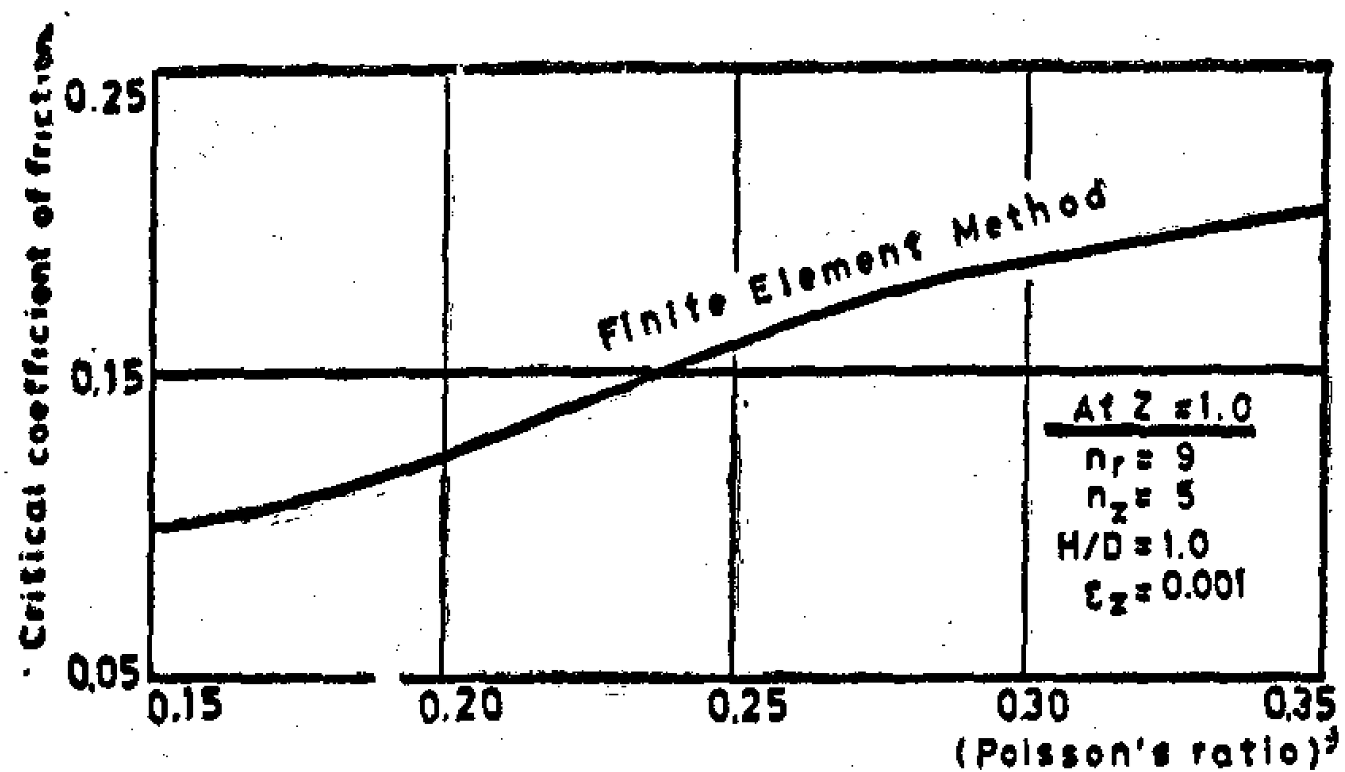


Fig.(9) Effect of poisson's ratio on friction at platens

CONCLUSION

From the present study, it can be concluded that:

1. The axial stress distribution at the cylinder ends has a slightly convex pattern at (H/D) ratio of 0.25. The pattern becomes approximately a straight line parallel to the cylinder ends as the (H/D) ratio increases to 0.50 and 0.75 and tends to be of a concave shape when the ratio equals unit or more without any change in its concavity.

2. The cylinder profile takes a barrel shape for (H/D) ratios of 0.25, 0.50 and 0.75 and it is approximately cylinderical in shape at the mid-portion for the (H/D) ratio 1.0. The length of this portion is approximately (H=0.50 D).

3. The computed values of radial, tangential and shear stresses resulting from friction at the cylinder ends increase as the (H/D) ratio increaess up to unity then decrease as this ratio becomes greaer than unity. The difference between the tangential and radial stresses increases also as the ratio (H/D) increases.

4. At the mid-section of the cylinder, the radial, tangential and shear stresses decrease as the (H/D) ratio increases which agrees with Saint Venant's principle (8). The axial stress pattern has a slight convex shape at this section. The convexity of this shape increases as the (H/D) ratio increases up to 0.50 after which it decreases gradually until it becomes of uniform shape at (H/D) = 2.0.

The present study shows that the relative stress distribution and displacement patterns are not affected by the modulus of elasticity. Concerning the effects of Poisson's ratio of the cylinder material, the study shows that it has a naticable effect on stress patterns.

It has been found that as the Poisson's ratio increases, the lateral deformation increases also and subsequently the patterns of axial, radial, tangential and shear stresses are affected such that the maximum stress increases and the minimum stress decreases. Also, the radial displacement iscreases by 112% as the Poisson's ratio is doubled from 0.15 to 0.30.

The study shows also that the computed stresses at elements centroids are scattered around the exact values. This scattering increases as the Poisson's ratio

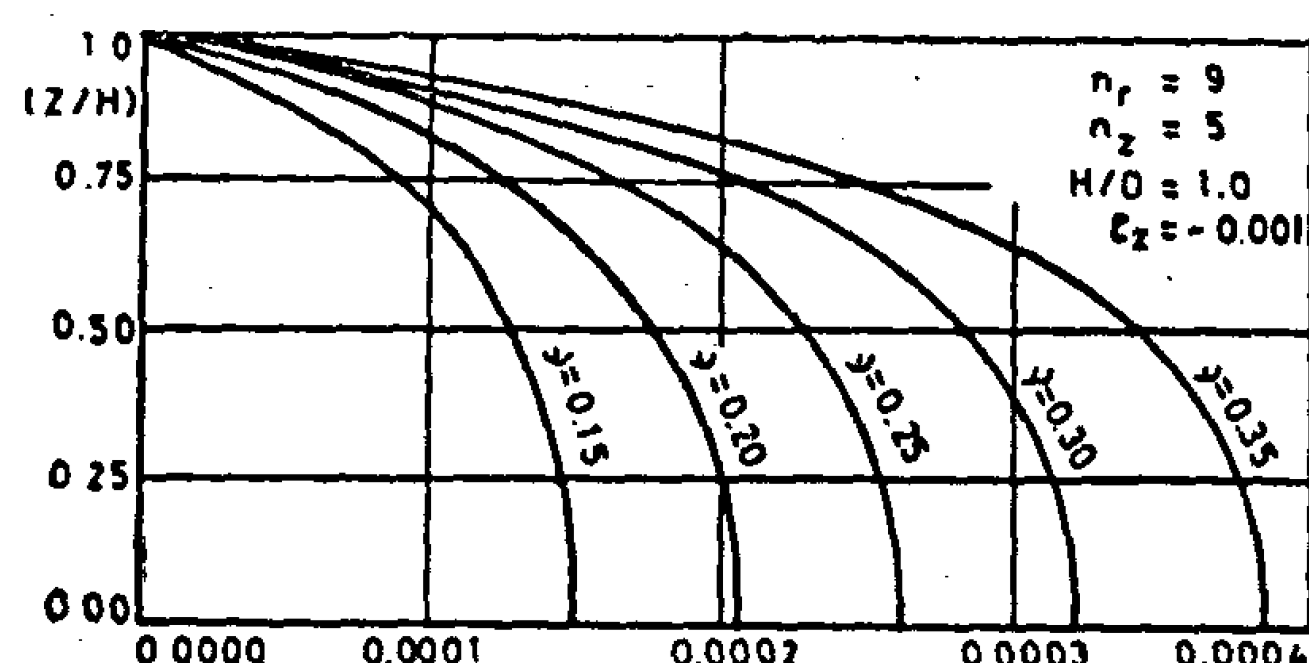


Fig.(5) Effect of poisson's ratio on radial displacement.

son's ratio from 0.15 to 0.30 gives an increase of 112% in the maximum radial displacement for the same ordinary axial strain (-0.001). The values of Poisson's ratio represent the cases of cast iron (ν = 0.25), steel (ν = 0.30) and aluminum alloys (ν = 0.33).

Figure (6) shows the axial stress at the centre-line of the cylinder for the first row of elements. The axial stresses at the upper and lower triangle centroids scatter around the axial stresses at the centres of rectangles. The deviations between the results deduced by triangular and rectangular averaging increase as the Poisson's ratio increases. The figure shows also that an increase in Poisson's ration from 0.15 to 0.30 causes an increase in these deviations from (+6.6, -4.5) to (+12.0, -9.5) percent. The oscillation of centroidal values around the exact ones (at rectangles centre) becomes more pronounced at larger values of Poisson's ratio.

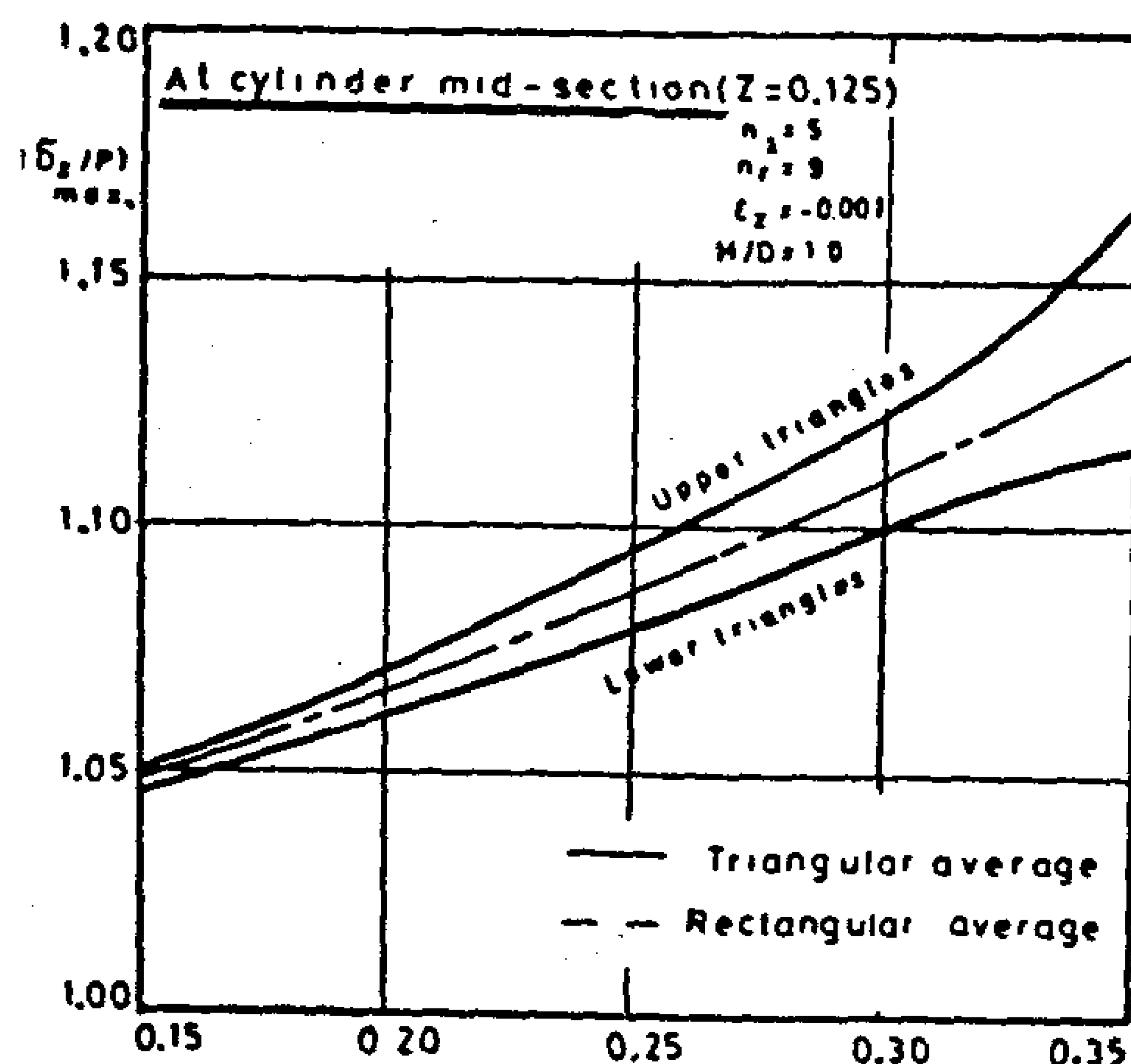


Fig.(6) Effect of poisson's ratio on scattering of results.

The study shows also that as the Poisson's ratio increases, the lateral deformation increases too and causes larger distortions in the shape of the cylinder. Consequently, the distorted strain pattern creates a distorted stress pattern, i.e, the maximum stresses increase and the minimum stresses decrease as shown in fig. (7).

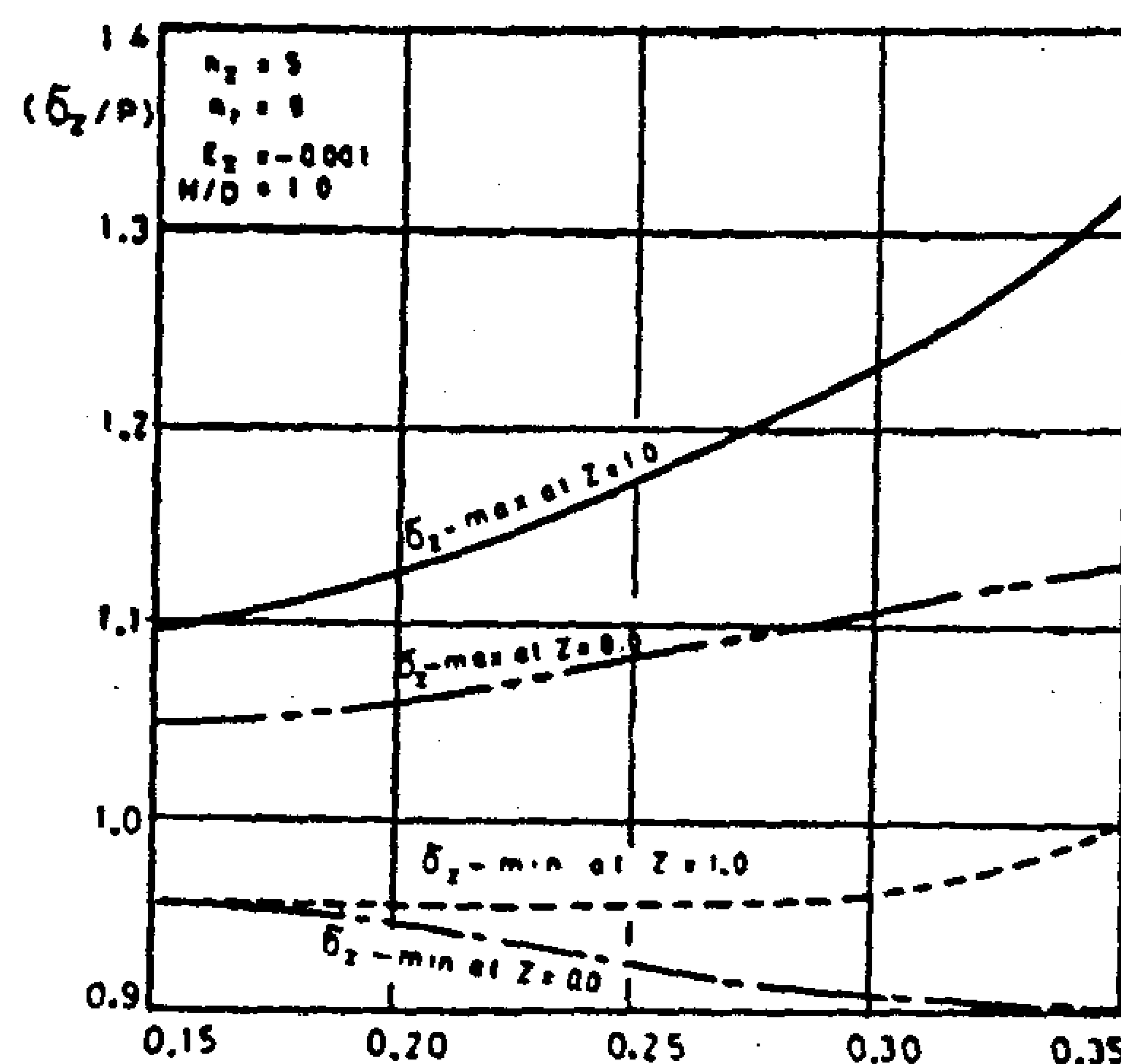


Fig.(7) Effect of poisson's ratio on axial stress distribution.

The increase in the maximum shear stress at the cylinder ends is linear as shown in Fig. (8).

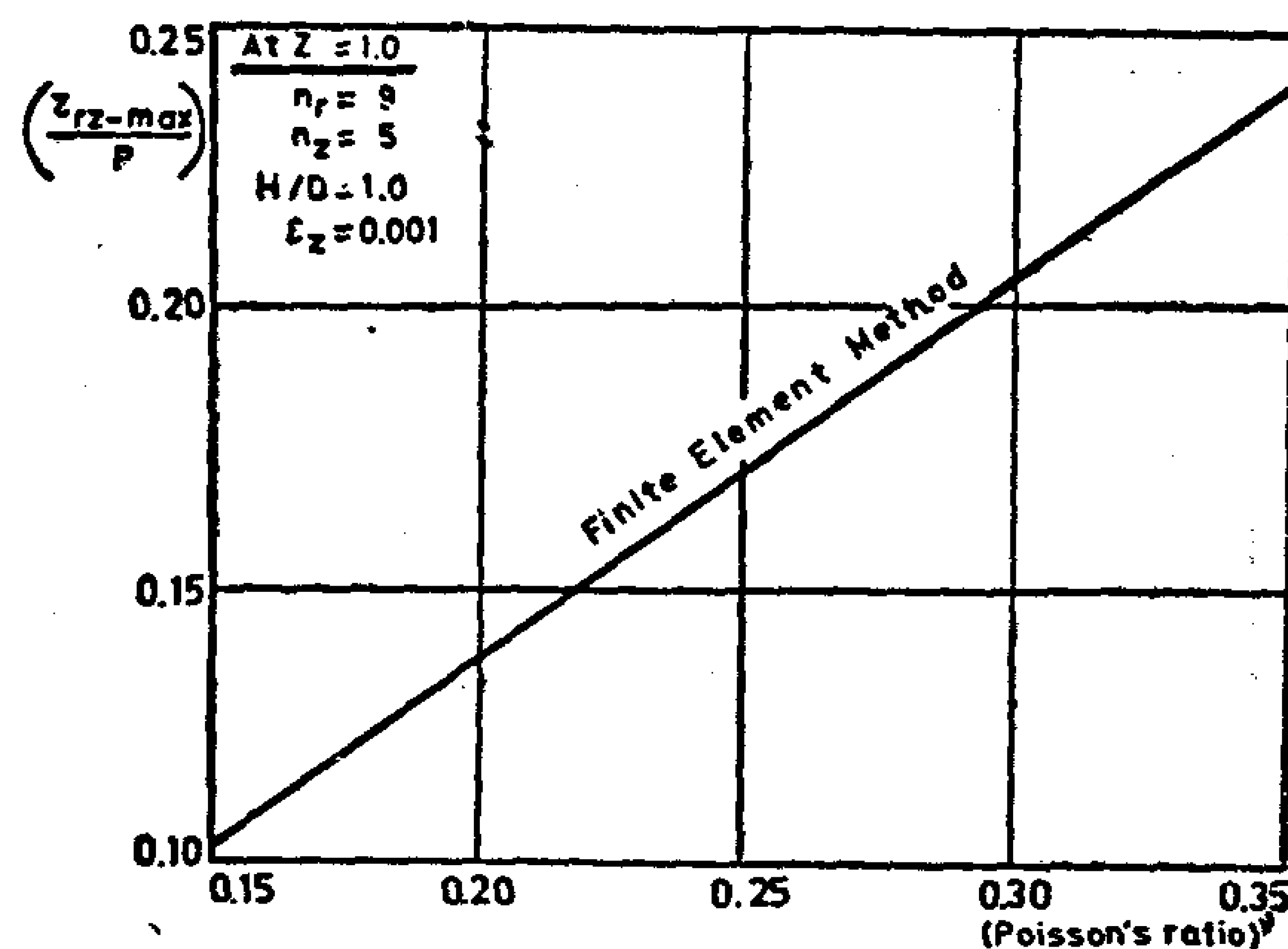


Fig.(8) Effect of poisson's ratio on shear stress.

Figure (9) shows that the critical coefficient of friction (i.e at which slip takes place between part of cylinder ends inside its perimeter and the platens) increases as the Poisson's ratio increases too. Figure (9) shows also that as the Poisson's ratio increases from 0.15 to

cavity but with decreasing numerical values as the height-to-diameter ratio (H/D) increases. The results indicate that this phenomenon vanishes for greater (H/D) ratios as shown in (Fig. 4).

The axial stress distribution at the mid-section tends to be uniform as the (H/D) ratio of the cylinder increases. For cylinders with (H/D) = 2.0, the actual stress distribution at the mid-section deviates from the mean stress by a value of not more than 0.5%, (Fig. 4).

The tangential, radial and shear stresses induced due to friction at the specimen ends increases as the (H/D) ratio increases up to unity and decreases at greater (H/D) ratio. The cylinder profiles take cylinderical form at the mid-portion.

B. **The Effects of the Cylinder Material (E and ν):**

Cylinders having a constant height-to-diameter ratio (H/D) = 1 and a reduction in height of 0.10% were used to study the effects of the modulus of elasticity and Poisson's ratio on the distribution of stresses and strains. The values of Poisson's ratio were 0.15, 0.20, 0.25, 0.30 and 0.35 and a mesh of right triangular finite elements was used. The mesh contains 9 nodal points in radial direction (r) and 5 nodal points in axial direction (z), i.e, 45 nodes and 72 elements. The accurate term by term integration approach was adopted. The study shows that the variation of the number of nodes in the axial direction (Z) has a slight effect on the displacement pattern relative to the effect of the displacement pattern relative to the effect of varying the the Poisson's ratio.

Poisson's ratio is the ratio between the strains normal and parallel to the direction of loading. Concequently, the radial displacements of a cylinder curved surface increase as the Poisson's ratio increases as shown in Fig. (5). The figure shows also that an increase in the Pois-

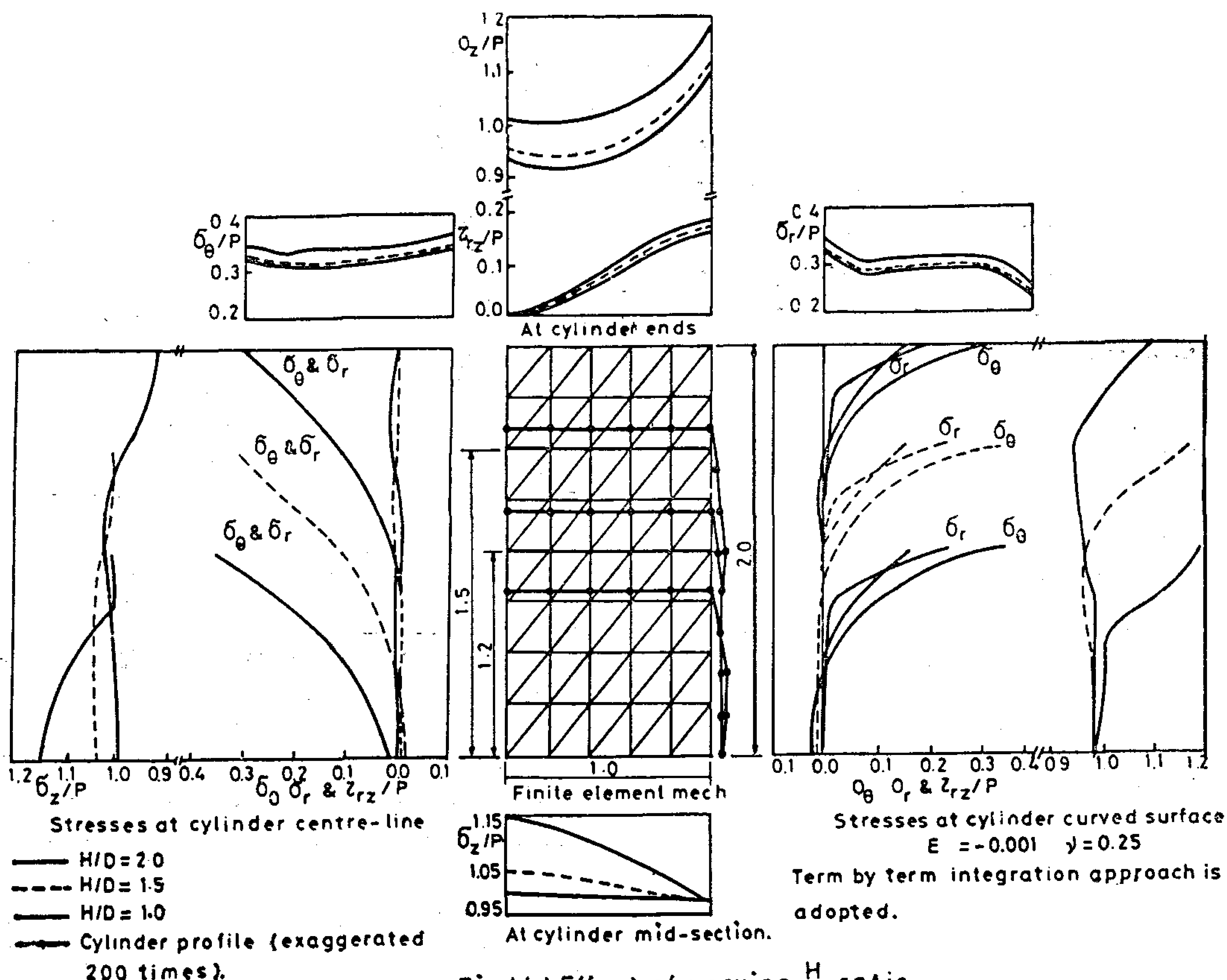


Fig.(4) Effect of varying $\frac{H}{D}$ ratio.

A. The Effect of the Cylinder Height-to-diameter ratio (H/D) :-

Figure (3) shows the computer results of four cylinders having different height-to-diameter ratios (H/D=0.25,0.50, 0.75 and 1.00) and of the same material (cast iron, ν = 0.25). The cylinders have 9 nodes in the radial direction (r) and this number in the axial direction (z) varies linearly with the cylinder height (H) to obtain results having the same degree of accuracy. The reduction in the height was assumed to be 0.10%. The accurate term by term integration approach is adopted. Figure (3), shows that:

1. The profile of cylinders takes a barrel form, but it is approximately cylinderical at the mid-portion of a cylinder having (H/D) ratio of unity.
2. The axial stress distribution at the cylinder ends takes a convex and concave forms for (H/D) ratios of 0.25 and 1.00 respectively. The distribution is approximately uniform for (H/D) ratios of 0.50 and 0.75.
3. The tangential, radial and shear stresses at the ends of the cylinder increase as the (H/D) ratio increases
4. At the cylinder mid-section, the axial stress distribution takes a convex form and the tangential stress is greater than the radial one at (H/D) ratio of 0.25. As this ratio increases up to 0.75, the difference between the tangential and radial stresses decreases.

Figure (4) shows a comparison between the stresses and displacements of three cast iron cylinders (ν = 0.25) with reduction in height equals 0.10%. The number of nodes in radial direction is 6 and it varies linearly with the height in the axial direction. The three cylinders have (H/D) ratios of 1.0, 1.5 and 2.0.

The stress distribution at the cylinder ends takes concave patterns of equal con-

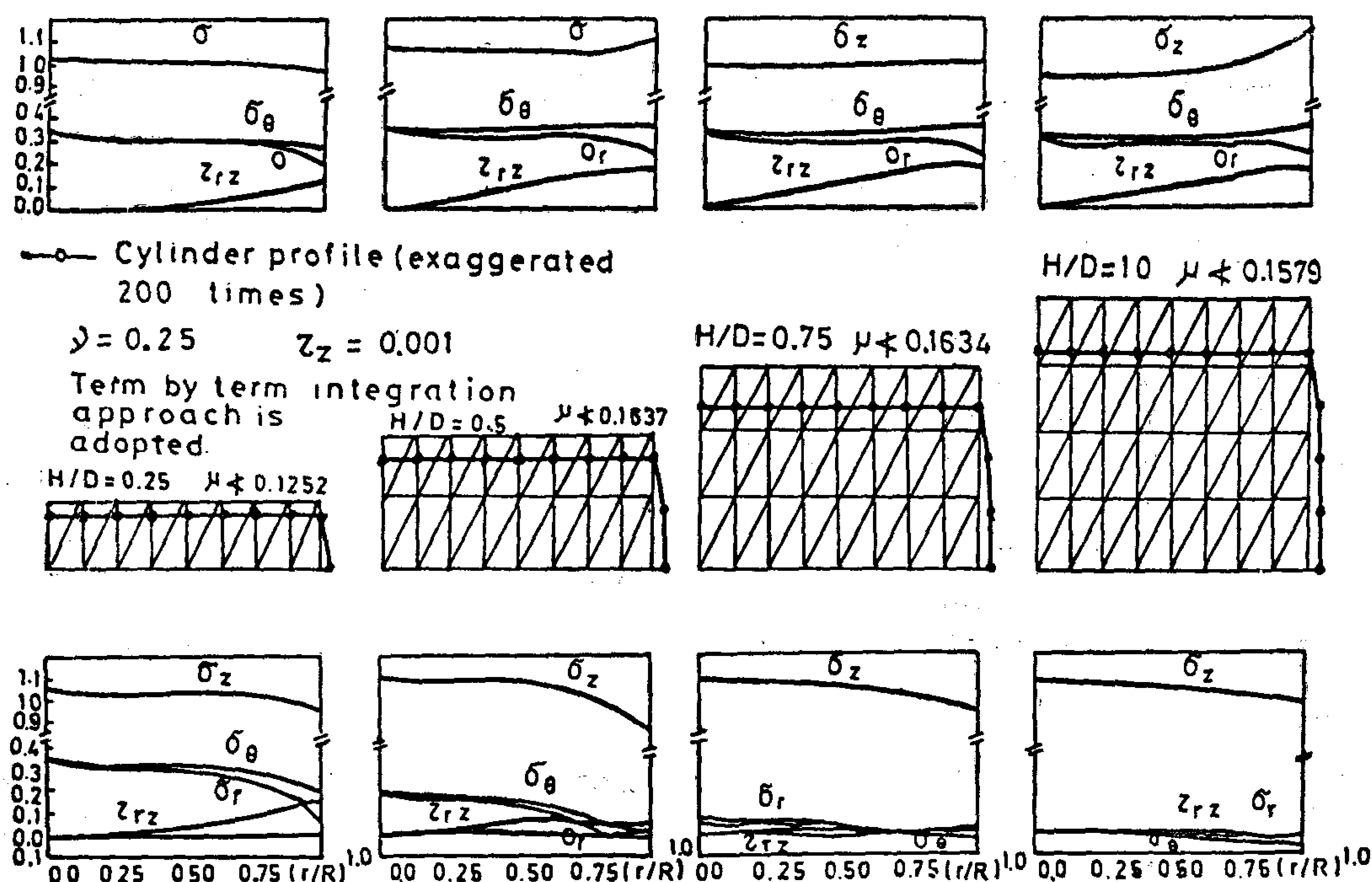


Fig.(3) Effect of varying aspect ratio on stress distribution.

The profile of the cylinder takes a barrel shape for (H/D) ratios of 0.25, 0.50 and 0.75, while it is approximately cylindrical at the mid-portion for (H/D) ratios of unity or more.

Concerning the effects of the modulus of elasticity and Poisson's ratio, the present study shows that the relative stress distribution and displacement patterns are not affected by the modulus of elasticily of the cylinder material. On the other hand, these patterns are greatly affected by the Poisson's ratio. The results show that as the Poisson's ratio increases, the lateral deformation increases, and consequently the patterns of the radial, tangential and shear stresses are affected. The radial displacement increases by 112% as the Poisson's ratio is doubled (from 0.15 to 0.30). The study shows also that the computed stresses at elements centroids are scattered around the exact values and that the scattering increases as the Poisson's ratio do the same.

Program Analysis and Discussion Results

The computer program used in this study gives a solution for the problem of a cylinder compressed between two plates without sliding (Fig. 1) as an example of axisymmetric elastic body. The finite element method is used in this respect and the finite element mesh is shown in Fig. (2). The program is mainly used to study the effects of the dimensions (height and diameter) and the material modulus of elasticity E and poisson's ratio) of the cylinder on the distribution of stresses and strains around to cylinder.

Two different procedures were used for constructing the element stiffness matrix. In the first procedure, the centroidal values were used, i.e., the calculations were carried out at the centroid. The term intergration for the elements of the stiffness matrix was applied in the other procedure(1).

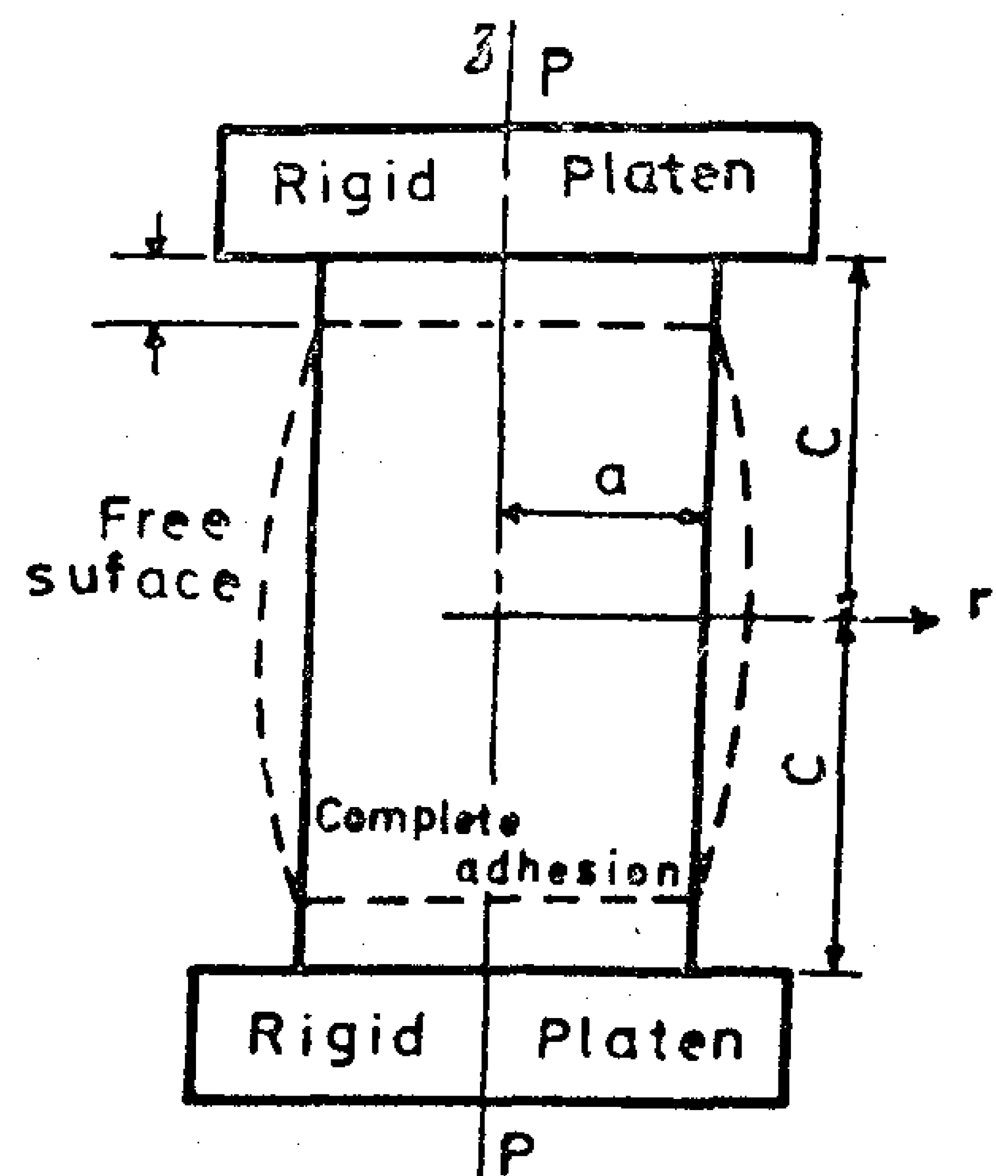


Fig.(1)Cylinder compressed longitudinally.

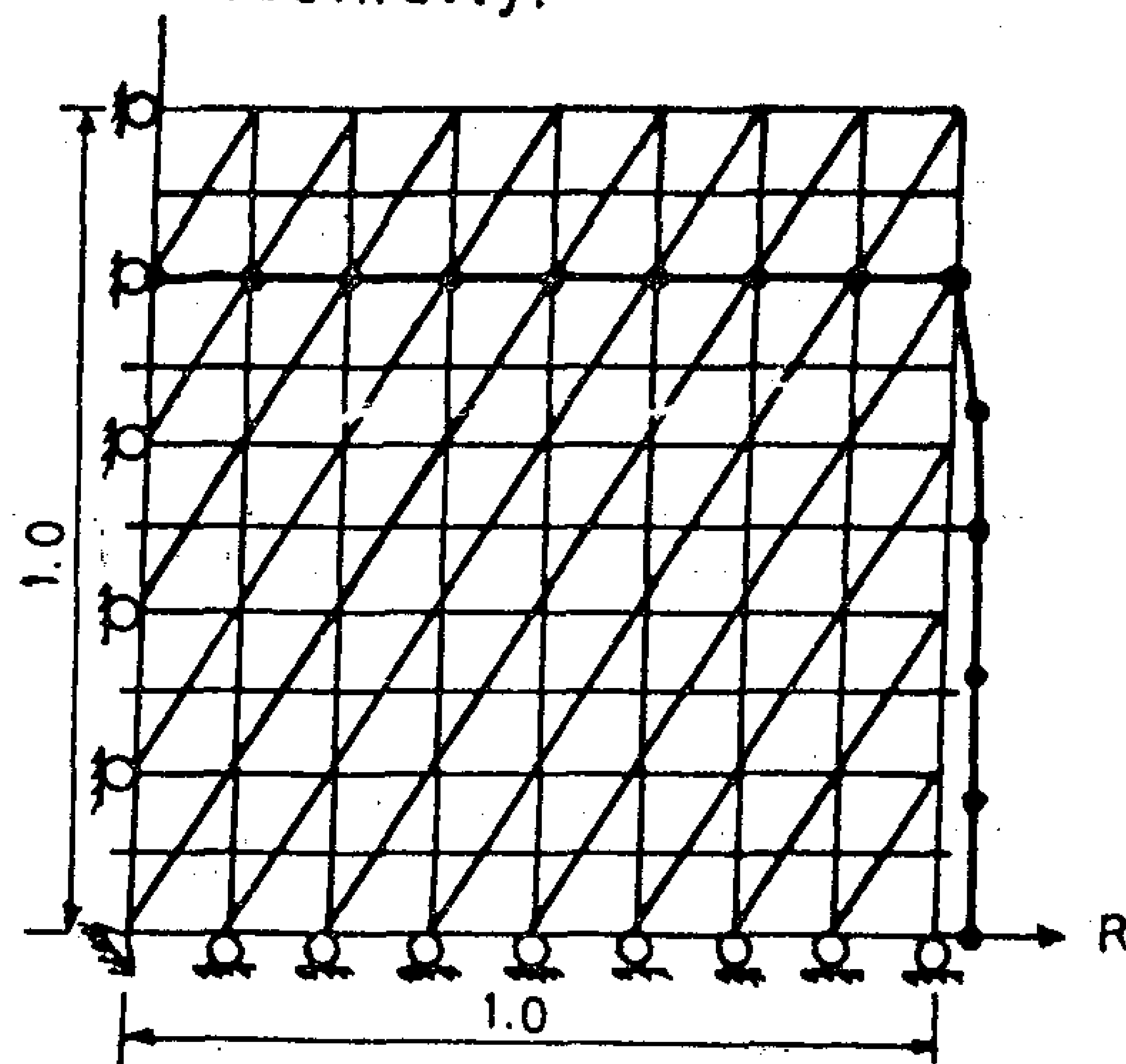


Fig.(2)Finite element mesh mith constrains

The program output gives the effects of both the cylinder dimensions (H/D) ratio and its material E and ν on the cylinder profile (radial and axial displacements), strains and stresses. The complete flowsheets of the program can be seen in references 1 and 7). The program source, equations used in the main program and steps of solution can be found in details in references (1, 3, 5 and 9).

The results obtained in this present work can be discussed as follows:

Δ Half-area of the triangular element.
ε_z Axial strain.
ν Poisson's ratio.
σ_r Radial stress.
σ_z Axial stress.
σ_θ Tangential stress.
τ_{rz} Shear stress in r & z directions.

INTRODUCTION

The specimens used in compression tests are short relative to the diameter or width to avoid buckling. Consequently, friction between the ends of the test specimen and the platens affects the distribution of stresses and strains through the whole specimen height and distorts the profile of the loaded specimen too. This leads also to some erects on the results obtained from the compression test.

This problem was studied analytically by Filon (2), Pickett (6) and Miroshnichenko (4). Filon and Pickett used the known solutions of biharmonic equation to solve the problem. In addition, Pickett made use of more types of particular solutions and assumed suitable boundary conditions at the cylinder ends. The solution of Miroshnichenko depends upon the principle of virtual work instead of using the compatibility conditions which can be considered as a rapid and simple solution.

The same problem was also studied by Sewailem et al (7) using the finite element method of analysis. Two computer programs having different degrees of accuracy were used, the accurate term by term integration and the approximate centroidal values approach. The distribution of stresses and strains at the ends, mid-section and the edges of the cylinder were compared in both the finite element method and the other analytical solutions of Filon, Pickett and Miroshnichenko.

The previously stated solutions were deduced only for cast iron specimens with height-to-diameter ratio (H/D) equals unity and the specimen ends were completely adhered to the platens.

Undoubtedly, the height-to-diameter ratio of the cylinder and the Poisson's ratio of the cylinder materail have their effects on the distribution of stresses and strains at the boundaries of the cylinder. The present work deals with the study of the effects of these factors. Cylinders with different (H/D) ratios (0.25, 0.50, 0.75 and 1.00) and having different Poisson's ratios (0.15, 0.20, 0.25, 0.30 and 0.35) were studied.

The finite element method was applied to study the effects of the factors stated before. Two computer programs of different accuracy were used, the accurate term by term integration approach and the approximate centroidal values approach (1).

The results of this present study show that the arial stress at the cylinder ends has a slightly convex pattern for (H/D) ratio of 0.25. This pattern becomes approximately a straight line parallel to the cylinder ends as the ratio (H/D) increases up to 0.50 and 0.75 and tends to have a concave shape for the ratios of unity or more. The study shows also that the computed values of the radial, tangential and shear stresses

$(\sigma_r, \sigma_\theta \text{ and } \tau_{rz})$

at the cylinder ends resulting from friction increase as the ratio (H/D) increases up to unity and then tends to decrease as this ratio becomes greater than unity.

At the mid-section of the cylinder, the stresses σ_r, σ_θ, and τ_{rz} decrease as the (H/D) ratio increases, while the axial stress pattern has slight convex shape at this section. The convexity of the shape increases as the ratio (H/D) increases up to a value of 0.5 after which it decreases gradually untill it becomes of uniform shape for (H/D) ratio of 2.0.

DISTRIBUTION OF STRESSES AND STRAINS AS AFFECTED BY CYLINDER DIMENSIONS AND POISSON'S RATIO UNDER AXIAL COMPRESSION USING FINITE ELEMENT ANALYSIS

By

M.R. Sewailem[1]; A.M. Ahmed[2]; M.Y. Hussein[3] and Sh. L. Akhnoukh[4]

ABSTRACT

In compression tests, the friction between the ends of the test specimen and platens affects the distribution of stresses and strains and distorts the profile of the loaded specimen. This problem was solved analytically by Filon, Pickett and Miroshnichenko. The finite element method was used also by the authors and the results were compared with the other analytical solutions. These solutions were deduced only for cast iron specimens with height-to-diameter ratio of unity and the specimen ends were completely adhered to the platens.

The present work deals with the study of the effects of the height-to-diameter ratio (H/D) of the cylinder and the Poisson's ratio of its material on the distributon of stresses and strains at the cylinder boundaries. The finite element method was applied in this study.

The study shows that the axial stress at the cylinder ends has a slightly convex pattern for (H/D) ratio of 0.25. The puttern becomes approximately a straight line as this ratio increases up to 0.75. The radial, tangential and shear stresses at the ends increase as the ratio (H/D) increases up to unity. The radial, tangential and shear stresses at the ends increase as the ratio (H/D) increases up to unity.

The results show also that as the Poisson's ratio increases. the lateral deformation increases and consequently the patterns of radial, tangential and shear stresses are affected. The radial displacement increases by 112% as the Poisson's ratio is doubled (from 0.15 to 0.30).

LIST OF SYMBOLS:

- c Half-cylinder height.
- a Cylinder radius.
- D Cylinder diameter.
- E Modulus of elasticity.
- H Cylinder height.
- n_r Number of nodes in radial direction (r).
- n_z Number of nodes in axial direction z
- P Compressive force.
- r Radial co-ordinate.
- R External radial force.
- U Radial displacement.
- V Cylinder entire volume.
- z Axial co-ordinate.
- Z External axial force.

1. Late Professor, Faculty of Engg. & Technology, Helwan University.
2. Professor, Civil Engg. Dept., Faculty of Engg., Assiut University.
3. Associate Professor, Faculty of Engg.. University of Assiut.
4. Assistant lecturer, Faculty of Engg. & Technology, Minia University.

the spatial truncation error be determined by comparison with the exact solution.

In this simulation study of Ramadan oil field, the effect of changing grid study on the solution accuracy was studied by considering two grid systems, the first being 3 x 3 cells and the second 5 x 8 cells, in both cases the field was treated as a homogeneous reservoir. Figure 4 shows a plot of pressure vs time for the two grid systems. From the graph, it is clear that the 5 x 8 grid system gave better and more realistic results than the 3 x 3 grid system. The CPU time of simulation run using a 5 x 8 grid system was 1200 seconds, whereas this time was 250 when using a 3 x 3 grid system.

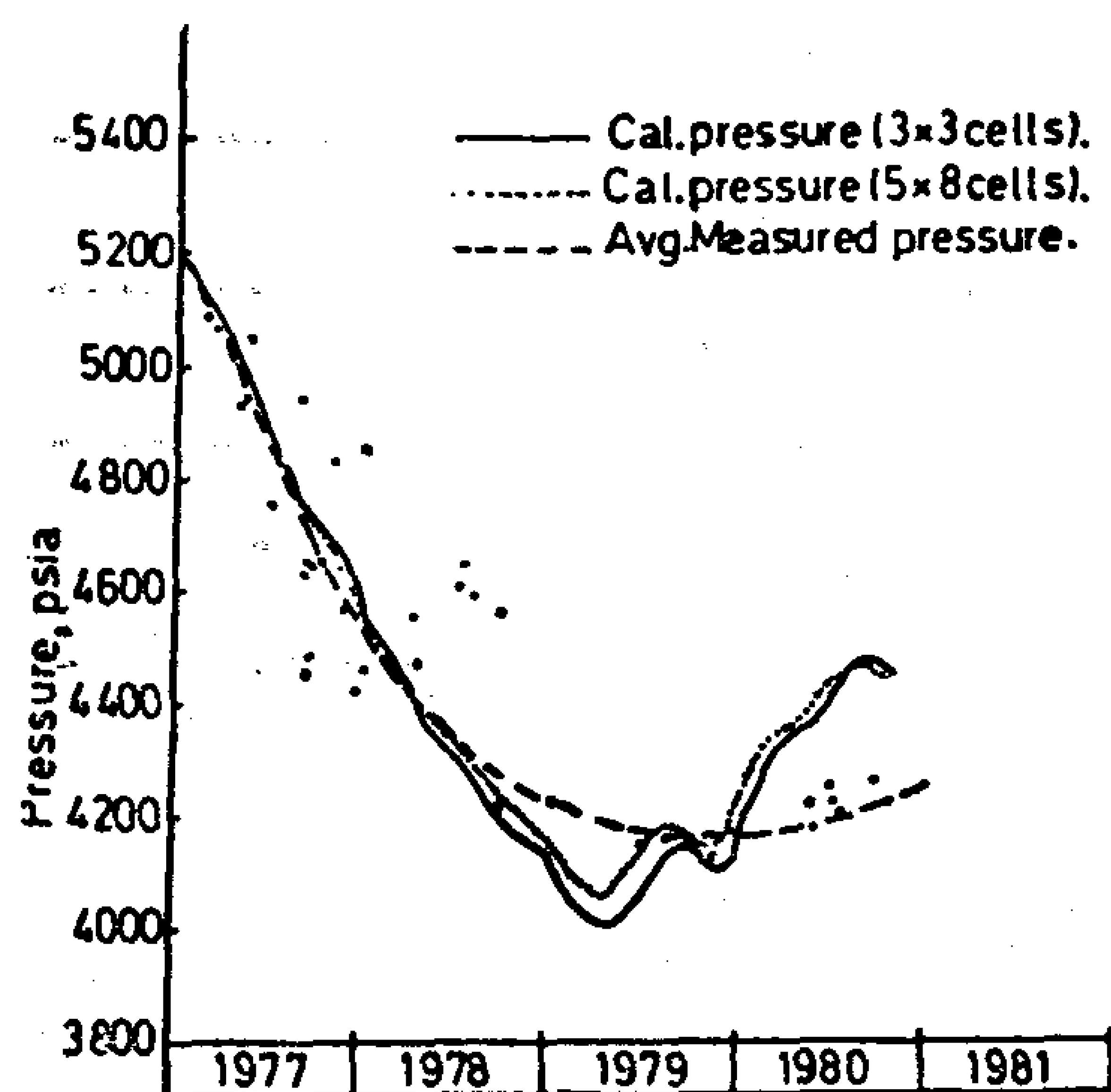


Fig 4 Effect of G.S. on calculated pressure.

CONCLUSIONS

In this work, a two-phase, two-dimebsional mathematical model was developed to simulate the performance of oil reservoirs.

The developed simulator has been successfully applied to the Ramadan oil field in the Gulf of Suez area. Effect of time step size and grid size were numerically investigated.

From this study, the following conclusions can be derived:

1. The developed simulator has achived a great success in its application to the Ramadan oil field.
2. Optimum reservoir description parameters were found to be more accurate than the average values obtained by the Computer Processed Interpertation Logs data.
3. It was found that the smaller the time step and/or the grid size, the more accurate the solution.
4. Computation time is a function of both time-step size and grid size.

REFERENCES

1. Aziz, K., and Settari, A., : «Petroleum Reservoir Simulation», Applied Science Pulishers, LTD.. 1979.
2. Carnahan, B., Luther, H.A., and Wilkes, J.O., : «Applied Nummerical Methods» J. Wiley & Sons, New York, 1960.
3. Krogh, F.T., : «Algorithms for Changing the Time Step Size,» SIAMJ, Anal., 10, No. 5, 1973.
4. Byrene, G.D., and Hindmarch, A.C.,: ½Polyalgorithm for The Numerical Solution of Ordinary Differential Equations», AIME Trans. on Mathematical Software, No. 1, 1975.
5. Jensen, O.K., : «An Automatic Time-Step Selection Scheme for Reservoir Simulation,» Paper SPE, No. 9373, Presented at SPE 85th Annual Fall Meeting, Dallas, Sept., 1980.
6. Sayyouh, M.H., «Effect of Grid Type On Computation Efficiency of Reservoir Numerical Simulation,» Proceedings, International AMSE Conference on Modeling and Simulation, France, July, 1982.
7. Abdel Aliem, S. : «Simulation As a Petroleum Engineering Tool for Predicting the Performance of Reservoir Under Varying Conditions», M.Sc Thesis, Cairo University, 1982.
8. Fagin, R.G., and Stewart, C.H., : «A New Approach to the Two-Dimensional Multiphase Reservoir Simulation», SPEJ, Jone, 1966.

days and 39.4 days. The truncation error is presented in the form of the error in the mass balance checks.

A plot of error in mass balance checks for the different time step sizes vs time is shown in figure 2. From this figure it is clear that:

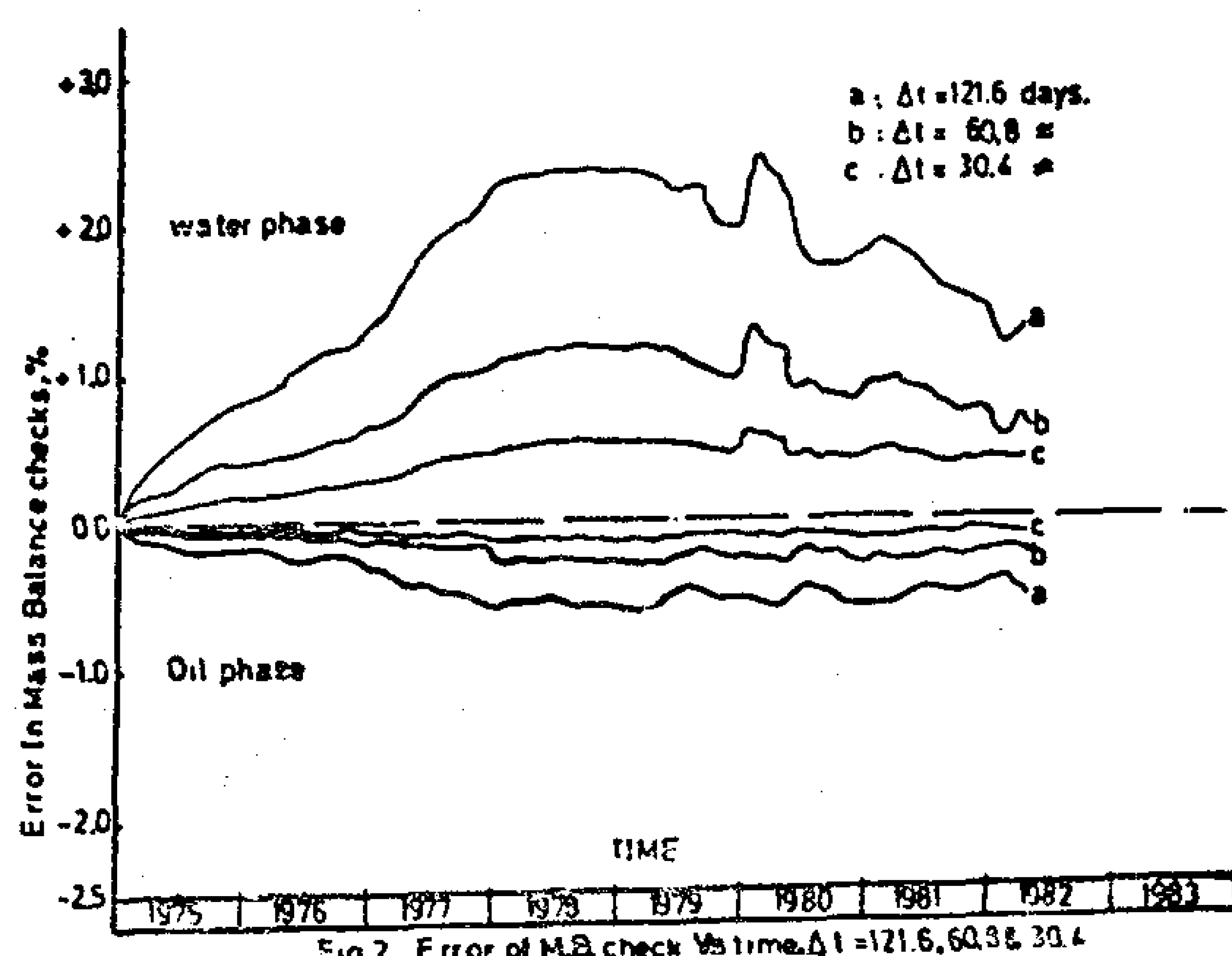


Fig.2 Error of M.B. check Vs time.Δt =121.6,60.8& 30.4

I. The error increases with time for the different time step sizes.

II. The error in the mass balance checks increases as the time step size increases, or, in other words, the smaller the time step, the smaller is the error.

III. Using a time step size of 121.6 days, the error exceeds 1% after one and half year and reaches as far as 2.5% after fie years.

IV. Using a time step size of 69.8 days, the error exceeds 1% after three years and reaches as far as 1.25% after five years.

V. Using a time step size of 30.4 days the error is not only smaller than 1% during the entire simulation time, but also its highest value is nearly 0.5%.

For a simulation study the selection of time step size depends not only on the accuraccy required for the mass balance cheks, but also on the CPU time per simulation run. In the simulation study of Ramadan field, the CPU time for a simulation run of 3x3 grid system using a time step size of 60.8 days was 192 sec and the error reaches 1.25%, while when using a time step size of 39.4 days the the CPU time was 275 sec and the error was less than 0.5%

Actunally, the step sizes used in the simulation of the Ramadan field were 69.8 and days. As shown in figure 3, by using a time step size of 60.8 days the error approached one percent after about three years of simulation. Thus in order to keep the error less than 1%, it was necessary to reduce the time step size from 60.8 days to 30.4 days, starting from the time at which the error was equal to 1%. Using the latter time-step size of 30.4 days, it is obvious, from figure 3, that the error was steadily kept much smaller than one percent during the rest of the simulation run.

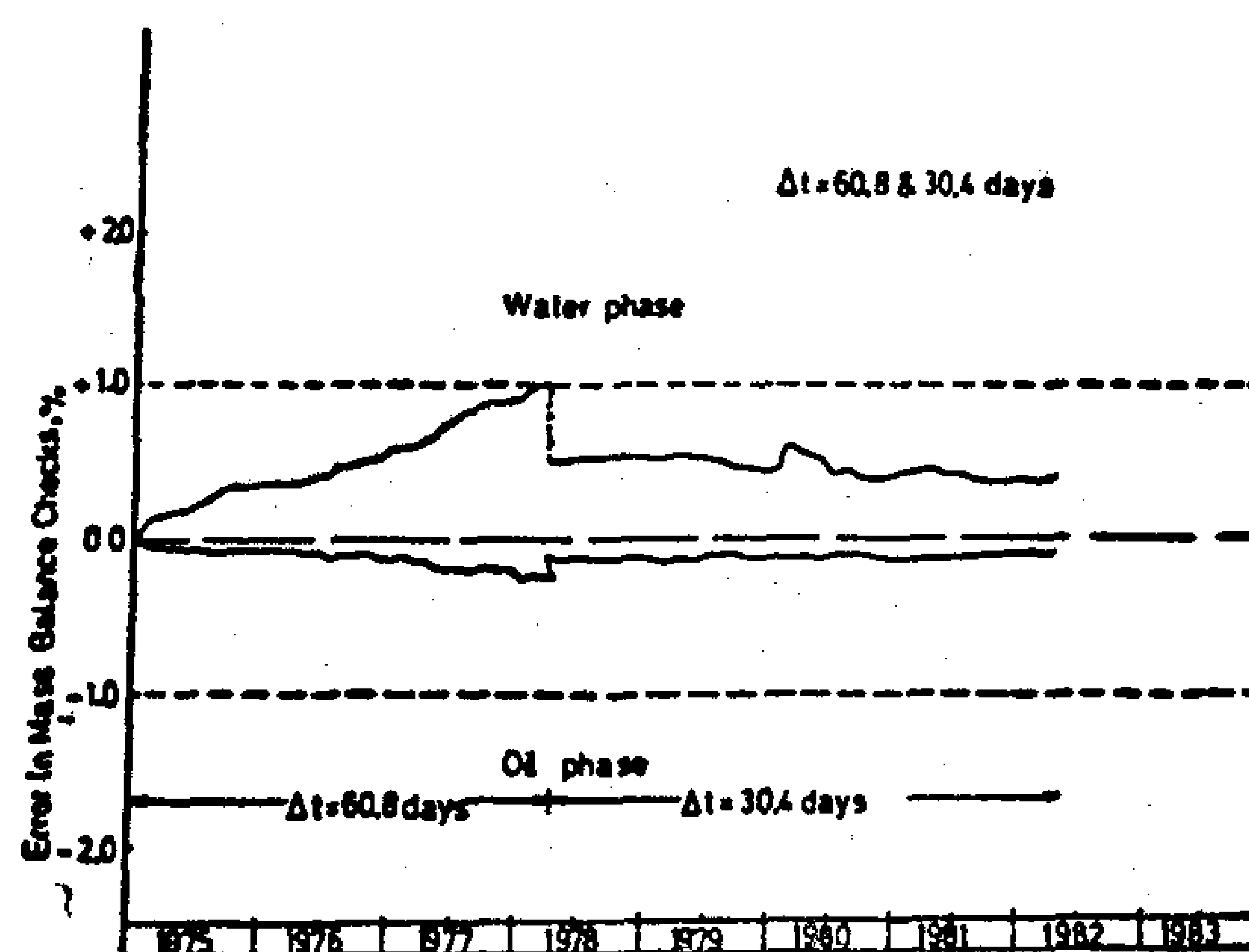


Fig3 Effect of Time Step Size on Error in M.B. for the Simulation of Ramadan Field

The average CPU time for the solution of the mass transport equation, during which seven years of simulation of the field were completed, was approximately 250 seconds, using a grid system of 3x3 cells. This time was about 1200 seconds when using a grid system of 5x8 cells. This average machine time corresponds to 613 miliseconds per block per time-step or 10.4 milliseconds per block per day of simulation.

Effect of Gride Size

No doubt that the grid size has a direct effect on the solution accuracy. The errors resulting from the finite difference form due to grid size are called spatial truncation errors and are often termed «numerical dispersion». In many simulation cases, the accuracy of solution can not be determined because the grid size is limited by computer limitations or by cost factors. Only in simple cases can

different operting conditions. Differenr simulation runs were perrormea, usm; hypothetical data, under varyıng production and njection rates. These hypothetical data are listed in Table 1. Figure 1 shows plot of pressure vs time under different production and injection rates (shown as different cases). As shown in case 1, it is clear that the pressure decline increased with increase of production rate from 45,000 bbl/day to 90,000 bbl/day. It is shown in case 2 that the effect of simulataneous water injection and oil production of the pressure decline is obvious. The pressure drop was less than that obtained without water injection. Case 3 shows the pressure build up due to increasing the amounts of injected water such that water injection rates were greater than oil production rates. Case 4 shown in figure 1, shows the pressure build up resulting from halting oil production from the reservoir.

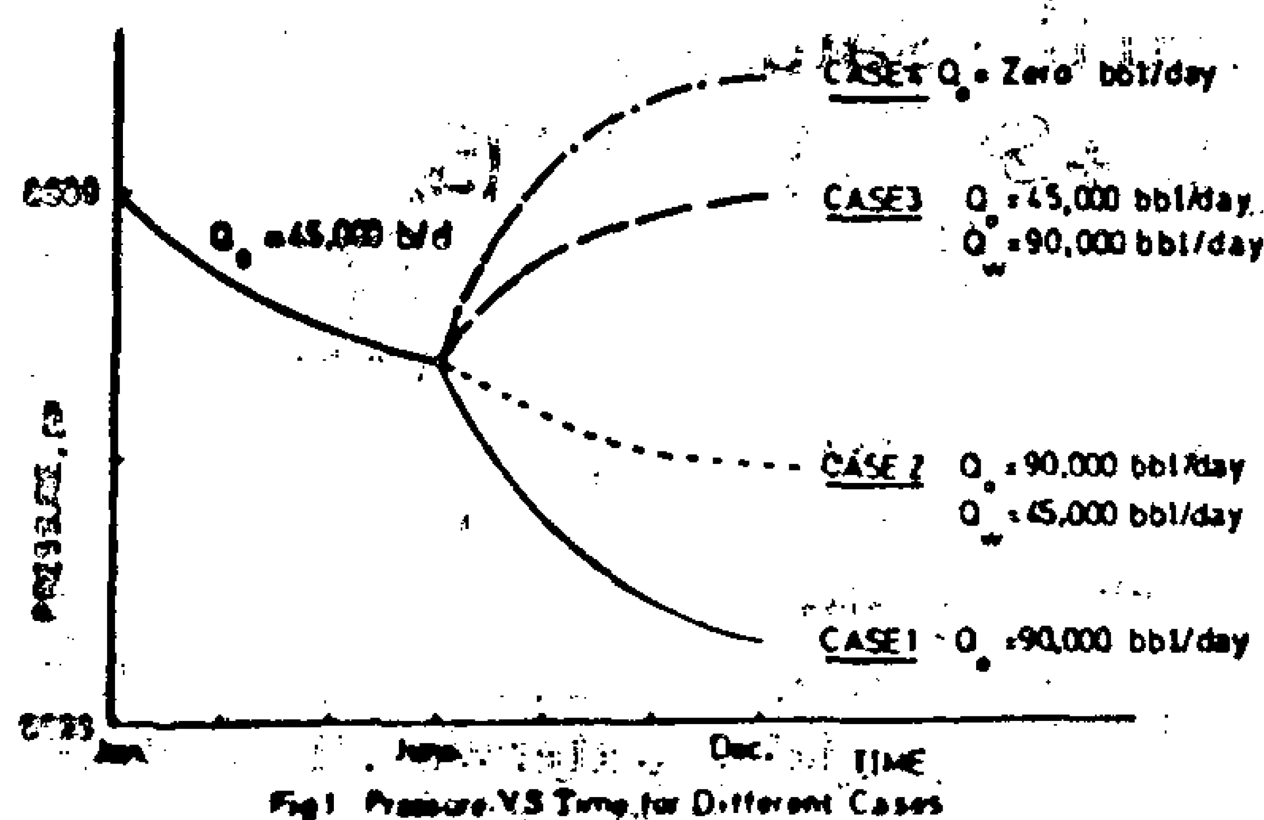


Fig 1 Pressure VS Time for Different Cases

Table 1. Hypothetical Reservoir Data

Average porosity, %	30
Average permeability, darcy	5
Reservoir water saturation, %	20
Critical water saturation, %	10
Residual oil saturation, %	40
Reservoir temperature, °F	200
Average depth at datum, ft	10,000
Productive acres	1000
Average thickness, ft	300
Original reservoir pressure, psi	6000
Bubble point pressure, psi	2000
Oil gravity, API	30
Water compressibility, psi^{-1}	3.5 x10^{-6}
Oil compressibility, psi^{-1}	12.5x10^{-6}

From the previous presentation of the results obtained for the different hypothetical cases, the simulator proved to be successfully developed and adequately suitable for real applications.

APPLICATION TO AN ACTUAL OIL RESERVOIR

After the simulator has been thoroughly tested, on hypothetical cases, and following a careful evaluation of its responses, the next step was concerned with its application to an actual oil field.

The simulator was applied to the Ramadan oil field, located in the Gulf of Suez area. Optimum reservoir description parameters were obtained. These parameters were used in the reservoir future performance calculations(7). Production history data and PVT data of the Ramadan oil field were previously presented in reference (7).

Several simulation runs were carried out to study the effect of changing grid size and time step size on the accuracy, stability of the solution, and computational efficiency.

Effect of Time Step Size

The proper selection of time step size must ensure stability of the solution and acceptable time truncation errors. Both of these requirements could be, in developing the simulator used in this work. related to the rate of change of pressure and saturation in the reservoir such that the faster the changes, the smaller the time steps which should be used. For the implicit pressure explicit saturaton (IMPES) method used in the solution of flow equations in this study, the use of the largest stable time steps will also give the smallest truncation errors. These errors are associated with the finite difference form of the partial differential equations.

To evaluate the effect of changing the time step size on the truncation error, three simulation runs were performed using time step sizes of 121.6 days, 60.8

MATHEMATICAL MODEL

A two-phase, two-dimensional simulator has been developed to simulate the reservoir behavior[7] It was designed to compute the pressure and saturation distribution of oil and water phases in the reservoir.

A full volumetric account of the two-phases (oil and water) is performed simultaneously throughout an integration net representing the reservoir. To account for the large variations in subsurface elevat on encountered in some reservoirs, and to allow for segregation of various phases, a gravity term is included in the basic drive potential; the capillary pressure of oil-water system is also considered. A propriate fluid and rock properties of the reservoir are used. An approach, introduced by Fagin et al[8] was used for solving the flow equations. This approach sums the continuity equations into a form that fits into the standard tri-diagonal soluion. The system of equations obtained for each row and column of the integration net is solved by the finite difference technique and then by the Alternating Direction Implicit Procedure (ADIP). After each pressure calculation, an explicit determination of the saturation is made. Over-all material balance checks are performed after each time step to monitor the calculations, these checks are done to indicate that the resulting solutions are obeying the law of mass conservation.

The fundamental development of the basic differential equations describing the two-phase flow of fluids in petroleum reservoirs is based on combining «the law of conservation of mass», «Darcy's formula», and the «equations of state for each fluid phase».

For oil phase:

$$\nabla\cdot\left(\frac{AKK_{ro}}{u_o B_o}\nabla\Phi\right)\Delta + q_o = \frac{V_b}{5.615}\frac{\partial}{\partial t}\left(\frac{\phi S_o}{B_o}\right) \qquad (1)$$

For water :

$$\nabla\cdot\left(\frac{AKK_{rw}}{u_w B_w}\nabla\Phi\right)\Delta + q_w = \frac{V_b}{5.614}\frac{\partial}{\partial t}\left(\frac{S_w}{B_w}\right) \qquad (2)$$

As the velocity potentials are:

$$\nabla\Phi_o = \nabla p_o - 1/144\,(g/g_c)\,\rho_o D \qquad (3)$$

$$\nabla\Phi_w = \nabla p_w - 1/144\,(g/g_c)\,\rho_w D \qquad (4)$$

And the saturations are:

$$S_o + S_w = 1 \qquad (5)$$

$$\frac{\partial}{\partial t}(S_o + S_w) = 0 \qquad (6)$$

The porous medium is considered to be preferentially waterwet. Therefore, the capillary pressure is given by :

$$P_{cow}(S_w) = P_o - P_w \qquad (7)$$

In addition, capillary pressures, as well as relative permeabilities, are taken to be functions of water saturation. Since the main objective of this study is simulation of two-phase (oil-water), two dimensional isothermal flow, the problem considered here is the solution of equations 1 and 2.

HYPOTHETICAL CASE STUDY

Before the application of the simulalator on an actual reservoir, it was necessary to evaluate its responce towards

EFFECT OF TIME STEP AND GRID SIZE ON NUMERICAL SLUTIONS ON PETROLEUM RESERVOIR SIMULATION

By

M.H. Sayyouh, S. Abdel Aleem, S. Ghoniem, and M. El-Salaly
Faculty of Engineering, Cairo University

ABSTRACT

This paper presents a two-phase, two-dimesional simulator that developed in order to study the effect of time step and grid size on numerical solutions of reservoir simulation. Since the solution of the system of flow equations involved the determnation of some dependent parameters in space and time, such solution was obtained at discrete points in space and time. The spatial domain was broken up into a number of cells by superimposing some type of a grid. The time domain was also discretized into a number of time steps during each of which the problem was solved to obtain new values of the dependent parameters. It was found that the smaller the grid and/or time-step size, the accurate the solution and the larger is the computer time.

INTRODUCTION

Manual selection of time steps during a simulation study can be frustrating, in particular for where the well rates change drastically during a simulation run. The proper selection of time step must ensure: (a) stability of solution, and (b) acceptable time truncation errors. Both of these requirements can be, at least qualitatively, related to the rate of change of pressure and saturations in the reservoir. The faster the changes, the smaller the time steps which should be used. For implicit pressure explicit saturation (IMPES) type methods, use of largest stable time steps will also give the smallest truncation errors. Although the maximum stable time step can be estimated, experience shows that stability is maintained when the maximum saturation change over the grid is kept below a givin limit; which typically 5-10%, for every time step.(1)

Automatic time-step selection procedures have been suggested for ordinary differential equation by Carnahan et at,(2) Krough,(3) Byrene and Hindmarch(4), and for reservoir simulation by Jensen.(5) A common drawback of these methods is that they usually result in significant increases in computing time.

Sayyouh(6) investigated the effect of grid type on computation efficiency of reservoir numerical simulation. He found that the number of iterations increased with increase in the iteration parameter, up to a point, and thereafter no convergence occurred. The number of iterations under the same conditions were found to be less in the case of using mesh-centered grid.

The main objective of this work was to study numerically the effect of time-step and grid size on computation efficiency of reservoir simulation.

H3PO4 Kg/ton	H2SO4 Kg/ton	H2C2O4 Kg/ton	Float gm	Concentrates gm	Loss on Float %	ignition Concen. %
10.4	-	-	20.60	28.05	25.90	8.57
7.2	2.4	-	21.25	26.90	25.01	8.89
4.6	4.6	-	22.50	26.00	23.85	9.58
2.3	6.9	-	23.20	25.00	22.90	10.16
-	9.6	-	22.60	25.00	21.10	12.40
7.2	-	2.4	22.25	26.00	24.72	8.43
5.6	-	5.6	22.40	26.00	24.28	9.24
3.2	-	9.6	22.60	25.80	23.56	10.44
-	-	12.8	19.25	29.00	22.78	12.36

Table 4 : Effect of H3PO4/H2SO4 andH3PO4/H2C2O4 mixed solutions on the selective flotation of carbonates from Rabah phosphates with 0.6 Kg/ton potassium oleate at pH 5.8 - 6.0 using the -125+25 u size fraction.

H3PO4 Kg/ton	H2SO4 Kg/ton	H2C2O4 Kg/ton	Float gm	Concentrates gm	Loss on Float %	ignition Concen. %
6.8	-	-	23.40	25.25	23.46	8.49
5.1	1.7	-	24.90	23.85	22.62	8.71
3.2	3.2	-	24.15	24.65	22.23	9.86
1.5	4.5	-	23.15	24.10	22.28	10.25
-	5.6	-	23.45	25.25	20.63	12.40
5.7	-	1.9	24.15	24.80	23.66	8.50
4.0	-	4.0	24.35	24,70	23.22	9.05
2.2	-	6.6	24.50	23.90	22.90	9.10
-	-	10.4	25.85	22.75	21.03	11.14

Table 5 : Effect of H3PO4 / H2SO4 andH3PO4 / H2C2O4 mixed solutions on the selective flotation of carbonates from Rabahphosphates with 0.6 Kg/ton potassium oleate at pH 5.8 - 6.0 using the - 125 + 28 u size fraction.

KH2PO4 Addition Kg/ton	Float gm	Concentrates gm	Loss on Float %	ignition Concen. %	H2SO4 Consumption Kg/ton
3.2	24.40	24.45	21.4	13.2	7.5
4.8	23.90	24.10	22.0	12.2	7.5
6.4	22.60	25.70	23.0	12.0	6.0
8.0	22.0	26.0	24.2	12.0	6.0

Table 1 : Effect of dihydrogen phosphate concentration on the flotation behavior of Rabah phosphate ore at pH 6 with 1.2 Kg/ton potassium oleate, using the - 175 + 20 u size fraction.

KH2PO4 Kg/ton	H2SO4 Kg/ton	Float gm	Concentrates gm	Loss on Float %	ignition Concen. %
1.6	7.6	27.80	20.50	21.43	10.21
2.4	7.2	27..80	19.70	23.32	9.35
3.2	6.8	27.20	20.90	22.90	9.30
4.8	6.0	26.60	21.00	22.43	9.13
6.4	5.2	28.50	20.00	21.75	8.99

Table 2 : Effect of KH2PO4 concentration on the selective flotation of carbonate minerals from Rabah phosphates at pH 5.8 - 6.0 with 1.0 Kg/ton K-oleate using the - 125+ 25 u size fraction.

K-oleate Kg/ton	H2SO4 Kg/ton	Float gm	Concentrates gm	Loss on Float %	ignition Concen. %
0.4	9.2	17.0	30.8	24.80	10.70
0.6	8.8	22.0	26.2	25.98	9.60
0.8	7.2	24.3	24.0	22.45	9.50

Table 3 : Effect of collector concentration on the selective flotation of carbonates from Rabah phosphate ore at pH 5.8-6.0 and 3.2 Kg/ton KH2PO4 addition.

carbonate float assaying 23.22% LOI while in presence of 6.4 kg/ton of a 1:1 mixed solution of phosphoric and sulfuric acids, the corresponding figures are 9.9% and 22.23% respectively.

CONCLUSIONS

The Rabah phosphate ore is characterized by a high rate of dissolution in slight acidic mediia. This effect is similar to the cyster bed of East Mahamid phosphate ore (3) and contrary to Hamrawein ore (2). The effectiveness as well as the consumption of reagents are greatly affected by the high dissolution rate of this ore. Therefore the selectivity of seperation is low and at the sametime the consumption of reagents is high.

Simultaneous or mixed addition of modifying reagents for pH adjustment and phosphate mineral depression is of great benefit in the selective flotation of carbonate minerals from Rabah phosphate ore in acid media. Thereby the results are greaatly improved on one hand. On the other the process is more under control since in addition to collector, it is only required to adjust pH durng conditioning and flotation. Mixed addition of reagents causes also reduction in their consumption.

The beneficial effect of using oxalic acid as modifying agent instead of sulfurc acid (2) is masked by the increased dissolution rate of this ore and the results of the two acids are almost the same. By increasing the slime cut size to 28 u most of the disturbing slimes are discarded and therefore the material tends to be stable and the beneficial effect of oxalic acid is pronounced.

It can finally be cocluded, that this new flotation scheme for concentrating calcareous phosphates which showed high effectiveness with Hamrawein (2) and Mahamid (3) phosphate ores is also successful with Rabah ore. At the addition of 10.4 kg/ton phosphoric acid and 0.6 kg/ton oleate to a suspension of grain size - 125 + 25 u, a concentrate assaying 8.57% LOI, 1.11% insolubles and 32.11% P2O5 at a recovery of 74% was obtained in a single flotation step. The corresponding figures for carbonate float are 25.90% 2.0% and 15.37 respectively.

ACKNOWLEDGEMENT

This paper is part of a research project entitled «Upgrading of Calcareous and Dolomitic Phosphate Ores by Flotation » (principal investigator prof. D.A. Elgillani), which is carried out under grant no 81018 by the Foreign Relations Coordination Unit of the Supreme Council of Universities .This grant is in pursuiant to the University Linkage Project, grant no 263 - 0118 dated Sept. 28, 1980 between the governments of the Arab Republic of Egypt and the U S A.

REFERENCES

1. EL'KARAMANY, M.K., and BISHAY. A.H. : Egyptian phosphate ores and technical tests conducted on it in foreign laboratories; Trans. Arab Min. & Pet. Assoc. Cairo, Vol. XXVII (No. 1) (1972).

2. NEGM, A.A., and ABDEL-HAMID, H.F.: Upgrading of dolomitic phosphate ores by froth flotation, I. Hamrawein ore; under publication.

3. NEGM, A.A., and ABDEL-HAMID, H.F. : Concentration of calcitic phosphate ore by froth flotation; under publication.

4. ELGILLANI, D.A. : On the problem of calcite seperation from apatite; Bulletin Facul. Eng. Cairo University, p. 237 (1978/1979).

5. ELGILLANI, D.A. : Effect of some organic inorganic electrolytes on apatite depression in acid media; under publication.

seen clearly from table 2, that the weight recovery of carbonate float is considerably high and its assay is accordingly low. For example at the addition of 1.6 kg/ton KH_2PO_4 and 7.6 kg/ton H_2SO_4 the weight recovery of carbonate float is 57.60% and assays 21.43% LOI; the concentrate assays 10.21% LOI. At an excessive KW_2PO_4 concentration of ».4 kg/ton, the above values remain more or less the same. It can therefore be concluded, that a collector dose of 1 kg/ton of potassium oleate which proved to be optimum for Hamrawein (2), & also East Mahamid (3) oleate which proved to be optimum for this ore. Therefore a great part of phosphate mineral is floated with carbonates inspite of high concentration of depressant.

3. Effect of Collector Concentration

The effect of potassium oleate concentration on the carbonate flotation of Rabah phosphate ore in presence of 3.2 kg/ton potassium dihydrogen phosphate is given in table 3. It follows from table 3, that the reduction of collector concentration results in a reduction of weight recovery of carbonate float and cause therefore an improvement of its quality, the assay of the phosphate concentrate remains more or less unaffected. An oleate dose of 0.6 kg/ton seems optimum for this ore.

4. Effect of Mode of Addition of Reagents

Table 4 represents the effect of mixed addition of modifying agents, i.e. pH adjustment and phosphate depressing reagents, on the flotation behavior of Rabah phosphate ore with 0.6 kg/ton potassium oleate at pH 5.8 - 6.0.

It is clear from table 4 that the results obtained with phosphoric acid as the sole modefying agent for pH adjustment and phosphate mineral depression at the same time are nearly the same as those obtained by the use of sulfuric acid and dihydrogen phosphate given before. For example at 10.4 kg/ton phosphoric acid addition a phosphate concentrate assaying 8.57% LOI and a carbonate float assaying 25.90 LOI could be obtained. The corresponding figures obtained at 8.8 kg/ton sulfuric acid and 3.2 kg/ton dihydrogen phosphate addition are 9.60% and 25.98% respectivily (table 3).

It follows also from table 4 that the selectivity reached by the use of either of sulfuric or oxalic acids is much lower than that of phosphoric acid and those obtained by mixed solutions are of intermediate values. In this respect, it can be stated that the results obtained by oxalic acid are slightly better than those of sulfuric acid.

Table 4 shows also that the consumption of reagents inspite of the reduction obtained as a result of mixed addition of modifying agents still too high. Further decrease in reagents consumption could be obtained by removal of most of reagents consuming slimes.

5. Effect of Slime Cut Size

The effect of increasing the slime cut size from 25 to 28 u on the flotation behavior of Rabah phosphate ore with 0.6 kg/ton potassium oleate and different ratios of mixed solutions of phosphoric — sulfuric and phosphoric - oxalic acids is seen in table. 5.

It becomes obvious from the table that a considerable decrease in reagents consumption (about 42%) could be obtained by increasing the slime cut size of the flotation feed from 25 to 28 u.

It is also clear from table 5 that the results obtained by phasphoric - oxalic acids are better than those of phosphoric - sulfuric acids. For example at a mixed addition of 4 kg/ton phosphoric acid and 4 kg/ton sulfuric acid a phosphate concentrate assaying about 9% LOI and a

phosphate minerals in acid media may be due to their instability and thereby the formation of aqueous complexes as CaHPO4 on the surface.

Formation of such complexes is enhanced by the addition of Ca2 ions. The importance of bonding Ca2 ions for example by addition of sodium oxalate or sodium sulfate is emphasized (4,5).

Our technique for beneficiation of calcareous phosphates comprises a selective flotation of carbonates at pH 5.8 with the aid of potassium oleate. The depression of phosphate minerals is maintained by the use of potassium dihydrogen phosphate.

EXPERIMENTAL

Phosphate Sample

A sample of about 100 kg from Rabah mine, Safaga is supplied by the Red Sea phosphate company. The following is the chemical analysis of the sample.

Loss on ignition (LOI)	18.48%
Insolubles	3.60%
Phosphorous pentaoxide	22.19%

The phosphate ore is broken first in a jaw crusher. The crushed ore is then fed to a hammer mill and finally dry ground in a ball mill. The flotation feed is deslimed in a hydro classifier.

Proceure

5 00 ml of 10% (by weight) phosphate suspension is conditioned with the reagents for 45 - 60 sec. in a ½ 1 Denver flotation cell of subareation type. The flotation time continues for about 2-3 min - until the froth appears clean. The pH of the suspension is continuously controlled and adjusted at 5.8 during conditioning and flotation with the aid of a Beckmann digital pH-meter. Both of carbonate float and phosphate concentrate are filtered, ,dried, weighed and reserved for chemical analysis. Since it is concerned with the seperation of carbonate minerals from phosphates, the evaluation of the results is based principally on the loss on ignition (LOI) of the two end products. Complete chemical analysis is given whenever it is needed.

EXPERIMENTAL RESULTS AND DISCUSSION

1. Effect of Depressing Agent Concentration

Table 1 shows results of flotation tests carried out with Rabah phosphate ore of grain size - 175 + 20 u at pH 6.0 and 1.2 kg/ ton potassium dihydrogen phosphate depressint.

It follows from the table that the selectivity of seperation is relatively low inspite of excessive additions of dihydrogen phosphate. For example at a KH2PO4 concentration as high as 8 kg/ton, the loss on ignition of phosphate concentrate reaches 12% while that of carbonate float is only 24%. This low selectivity may be attributed to incomplete seperation of carbonate and phosphate minerals from each other.

It follows also from table 1 that Rabah phosphate ore like East Mahamid (3) and contrary to Hamrawein (2) hhosphate ores is characterized by its high rate of dissolution as evidenced by the high acid consumption.

2. Effect of Feed Particle Size

In the next series of tests the particle size of the feed is reduced from - 175 u to - 125 u to increase the liberation of the constituent minerals and accordingly the selectivity. At the same time the slime cut size is increased from 20 u to 25 u to counteract high reactivity of the ore.

Flotation tests carried out with the 125 + 25 u size fraction are seen in table 2. In these tests carbonate minerals are selectively floated with 1 kg/ton potassium oleate at pH 5.8-6.0 using various additions of dihydrogen phosphate. It is

UPGRADING OF RED SEA DOLOMITIC PHOSPHATE ORES BY FROTH FLOTATION

(II Rabah Ore)

BY

A.A. Negm and H.F. Abdel-Hamid

Dept. of Minning, Pet. and Met. Eng., Faculty of Engineering, Cairo University

ABSTRACT

The selective flotation of carbonate from Rabah phosphates in slight acidic media for the two size fraction - 175 + 20 and - 125 + 25 u is studied. It is found that the selectivity of seperation is greatly improved by decreasing particle size of the feed. For phosphate minerals depression, expensive dihydrogen phosphate can be substituted by cheaper phosphoric acid and thereby concentrates of more than 32% P2O5 were obtained. Reagents consumption can be reduced by using mixed solutions of phosphoric with either of sulfuric or oxalic acids, this has also the advantage of keeping the flotation operation easily under control. Further reduction of reagents consumption can be effected by increasing the slime cut size (from 25) to 28 u.

INTRODUCTION

This paper deals with the concentration of dolomitic phosphate ore of Rabah mine by froth flotation. Mohamed Rabah is one of the productive areas of the phosphate mines of safaga, Red Sea coast, 120 km east Kena. The phosphate field contains besides Um-Elheutat, Elgasoos, and Wassif mines.

The phosphate ore occurs in three groups of strata ranging in thickness from few centimeters up to 2-3 m, the lower group is however of no economic value. The phosphate ore is friable. pale brown and has an average P2O5 content of 22-30% (1).

It is well known, that the beneficiation of siliceous phosphates by flotation is a well established technique. Calcareous phosphates, on the other hand, owing to close similarity in physicochemical properties between carbonates and phosphates are difficult to be concentrated by this process. They are beneficiated all over the world by calcination, an expensive process (due to high energy consumption) which suffers also from low reactivity of the end product as well as an increase of its Mg content than the original feed material.

Selective flotation of carbonates from phosphates is expected to occur in weak acid medium, in which phosphate minerals are not able to be floated in presence of fatty acid collectors. At the same time the flotation of carbonate minerals is enhanced by the evolution of carbon dioxide as a result of their slight dissolution. A detaled review of expermintal work conducted is given elsewhere (2,3).

The Mining Engineering Department of the Faculty of Engineering Cairo University is interrested several years ago in the problem of beneficiation of calcreous phosphate ores by froth flotation. A theoritical approach is made by Elgillani (4) after which the depression of

RAW MATERIALS & CHEMICAL INDUSTRIES

INST. OF MINING, PETROLEUM &
METALLURGICAL ENGINEERS
INST. OF CHEMICAL ENGINEERS

rence on Temperature its measurement and control in Science and Industry, Mars 1982.

9. Harris F. K., "Electrical measurements", (Wiley 1962).

10. Arnold, D. H. M. : "Alternating-current resistance standards", Proc. IEE, 1953, 100, Pt II, P. 319.

11. Gibbings D. L. H. : "A design for resistors of calculable ac/dc. resistance ratio". Proc. IEE., 1963, 110, No. 2, P. 335.

12. Delmas, F. : "Caracterisation de resistances en courant alternatif", Bulletin BNM, no. 56 Avril 1984.

13. Electro Scientific Industries : "Model DT 72A Decade Transformmer" Instruction Manual.

14. Hill, J. J. and Miller, A. P. : "A seven-Decade adjustable ratio inductively coupled voltage dividers with 0.1 part per million accuracy". Proc. IEE., 1962, 109B, p. 157.

15. Hill House, D. L., and Kline H. W. : "A Ratio Transformer Bridge for standardization of Inductors and capacitors". IRE Transactions on Instrumentation, Vol. 1-9, No. 2, September 1960.

16. Morrison, N. E. : "Calibration of a decade Transformer having one ppm Linearty". AIEE Summer and Pacific General Meeting and Air Transportation Conference, June 1959.

It can be noted from table III that the differences between, the measured dc values and the zero frequency values evaluated from this method do not exceed ± 3 parts in 10^6. The measurement of odd valued resistors (20 Ω & 22 Ω) can be obtained with the same ease and accuracy as that for unity or decimal ratios.

Conclusion :

An ac Kelvin double bridge network was built in the laboratory from available inductive voltage dividers, audio oscillator and Null Detector.

It has been shown that few measurements of the ac resistance of dc standard 4-terminal resistor at low audio frequencies (50 Hz-200 Hz), can be easily used to determine accurately its zero frequency or dc value.

In addition to the freedom from thermoelectric voltages, ,improved detection through ease of amplification and impedance matching is obtained by the use of ac.

Using indictive ratio arms in a Kelvin double bridge network, the errors due to the resistances of the leads and contact blocks in the circuit are reduced to negligible proprotions, while the accuracy, stability, high input impedance, and low output impedance of the inductive ratios, give the measurements a certainty not readily obtainable with resistive ratios.

Whereas the accurate measurement of odd valued resistors or ratios is particularly difficult using conventional dc methods, the extremely wide range of continuous adjustment of the inductive devices, enables any ratio to be measured with the same ease and accuracy as that obtained for unity or decimal ratios.

REFERENCES

1. Wenner, F. : "Methods, Apparatus and procedures for the comparison of precision standard Resistors", NBS Research Paper, RP 1323 Aug. 1940, p. 249.

2. Thomas, J.L., "Precision Resistors and their measurement" NBS. Circular 470, Oct. 1948.

3. Gibbins, D.L.H. : "An alternating current analogue of the Kelvin double bridge", Proc. IEE., 1962, 109 c, P. 307.

4. Hill, J.J. & Miller, A.P : " An ac double bridge with inductively coupled ratio arms for precision platinum resistance thermometry", Proc. IEE 1963, 110, (2), P. 453.

5. Foord, T. R., and Longlands R. C. : "Transformer ratio bridge network with precise lead compensation, Proc. IEE, 1963, 110, P. 1693.

6. Souders, F. M. "An audio frequency four -terminal resistance Bridge" IEEE Trans. Instr. Meas. IM-23, P. 342, Dec. 1974.

7. Hanke, R. : "Precise Kelvin Double bridge for measuring dissipation Factors and capacitance to 1 F." IEEE trans. Instr. Meas. IM-27 Dec. 1978.

8. Wolefendale, R. C. F., Yewen, J. D. and Daykin, C. I. : "A new range of high precission resistance bridges for resistance Thermometry" Confe-

Table II- The normalized change of theac resistance with frequescy at 200 Hz $\triangle R_{ac}/R$ the value of R_{fo} obtained from linear relation and the normalized difference $\triangle R_{f.}/R$ for the three resistors under test.

Nominal value of resistor (Ω)	$\frac{\Delta R_{ac}}{R}$ (x 10^6)	R_{fo} (Ω)	$\frac{\Delta R_{fo}}{R}$ (x 10^6)
1	0.8	1.00004013	0.18
10	0.7	9.999960563	0.0237
100	1.82	99.9998465	0.355

From table II, we can realize that for this type of dc standard resistors, the linear approximation of the resistance frequency relationship, in the frequency range (50 Hz-200 Hz), gives values for zero frequency resistors which differ from that evaluated from equation(1) in the order of subparts in 10^{-6}. This provides the advantage of obtaining accurately the zero frequency value for these dc standard resistors from only three measurement of their ac resistances in the frequency range (50 Hz-200 Hz).

It was also found from the measurement of the ac resistances using the bridge network that, the dial setting of the inner ratio arm of the bridge could be changed from its correct value, by as much as 50 parts in 10^6, before it affected the balance point and setting of the outer ratio arm by 1 part in10^7. As can be seen from Table II that the maximum normalized change of the ac resistance at 200 Hz, had not exceeded 2 parts in 10^6 for this type of resistor, thus it was not necessary to readjust the inner ratio arm after the initial measurement, and only a single balancing operation at each frequency was required, which greatly reduces the overall testing time.

Table III gives the results of tests on different dc standard 4-terminal resistors of different values, in the frequency range (50 Hz-200 Hz), the nominal value of the reference standard resistor used for each resistor, and the difference between the zero frequency resistance values obtained by this method and their dc resistance values R d obained from dc meauurement.

Table III- Results of tests on 4-terminal dc standard resistors.

Nominal value of test resistor (Ω)	Nominal value of feference standard resistor(Ω)	Test frequency range (Hz)	dc resistance value R_d (Ω)	R_d-R_{fo} (Ω x 10^6)
1	1	50 --- 200	1.000039	-1.13
1	10	50 --- 200	1.000039	+2.01
10	10	50 --- 200	9.999963	+2.437
20	10	50 --- 200	19.999935	-0.06
22	10	50 --- 200	21.999953	+1.8
100	10	50 --- 200	99.999849	+2.5

quency relationship was derived and the zero frequency resistance was evaluated.

Table I gives the values of the terms a,b,c of the resistance frequency relationship, and the zero frequency resistance R_{fo} for three standard dc 4-terminal resistors of 1, 10 and 100 Ω nominal values, as derived from the measurement of their ac resistances in the frequency range 50 Hz to 500 Hz.

Figs. (3,4,5) give the change of ac resistance with frequency, for the resistances of Table 1, in the frequency range (50 Hz to 500 Hz).

As can be seen from table I that, for these resistors, the values of the terms & c are in the order of parts in 10^{-11} & 10^{-14} respectively, which can be neglected for low frequency ranges, and the resistance frequency relationship can be considered as linear relation in the lower frequency band (50 Hz- 200 Hz), for the three tested resistors. This can be realized also from the corresponding curves of Figs. (3,4,5).

Table II gives the normalized change of the ac resistance with frequency at 200 Hz ($\Delta R_{ac}/R$) the value of zero frequency resistance obtained from linear relation, and the normalized diference between, the zero frequency resistance value evaluated from relationship of equation (1) and that evaluated from linear relation (ΔR_c R), for the same three resistors.

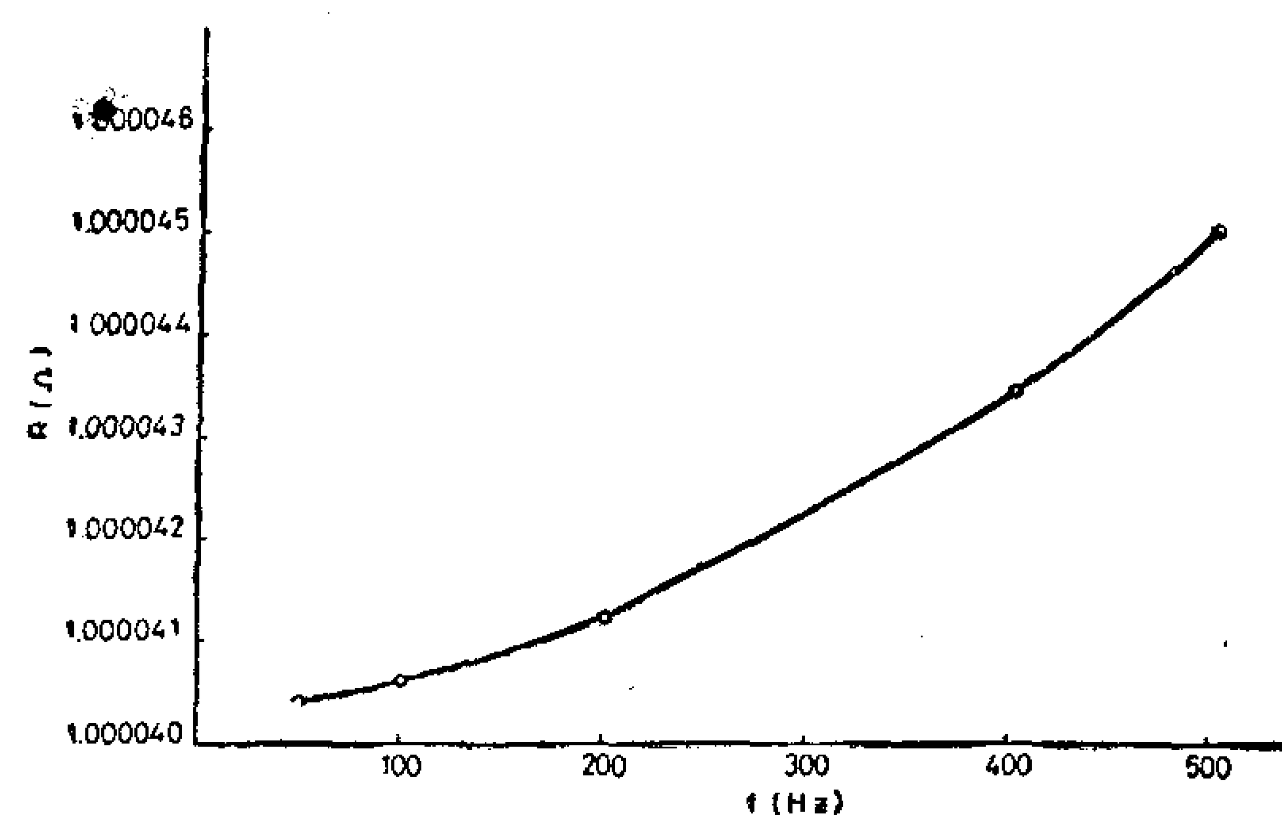


Fig. (3): The change of ac resistance with frequency for a dc standard 4-terminal resistor of 1 Ω minal value.

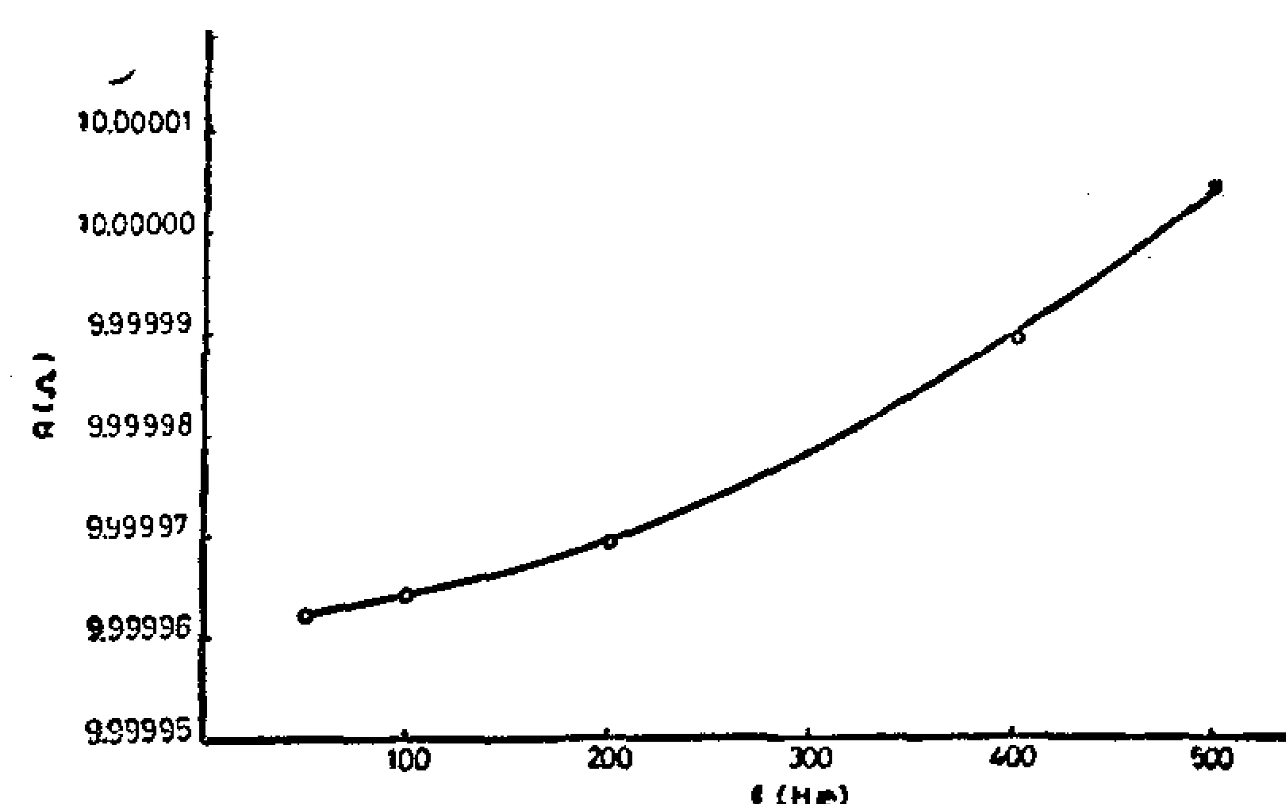


Fig (4): The change of ac resistance with frequency for a dc standard 4-terminal resistor of 10 Ω nominal value.

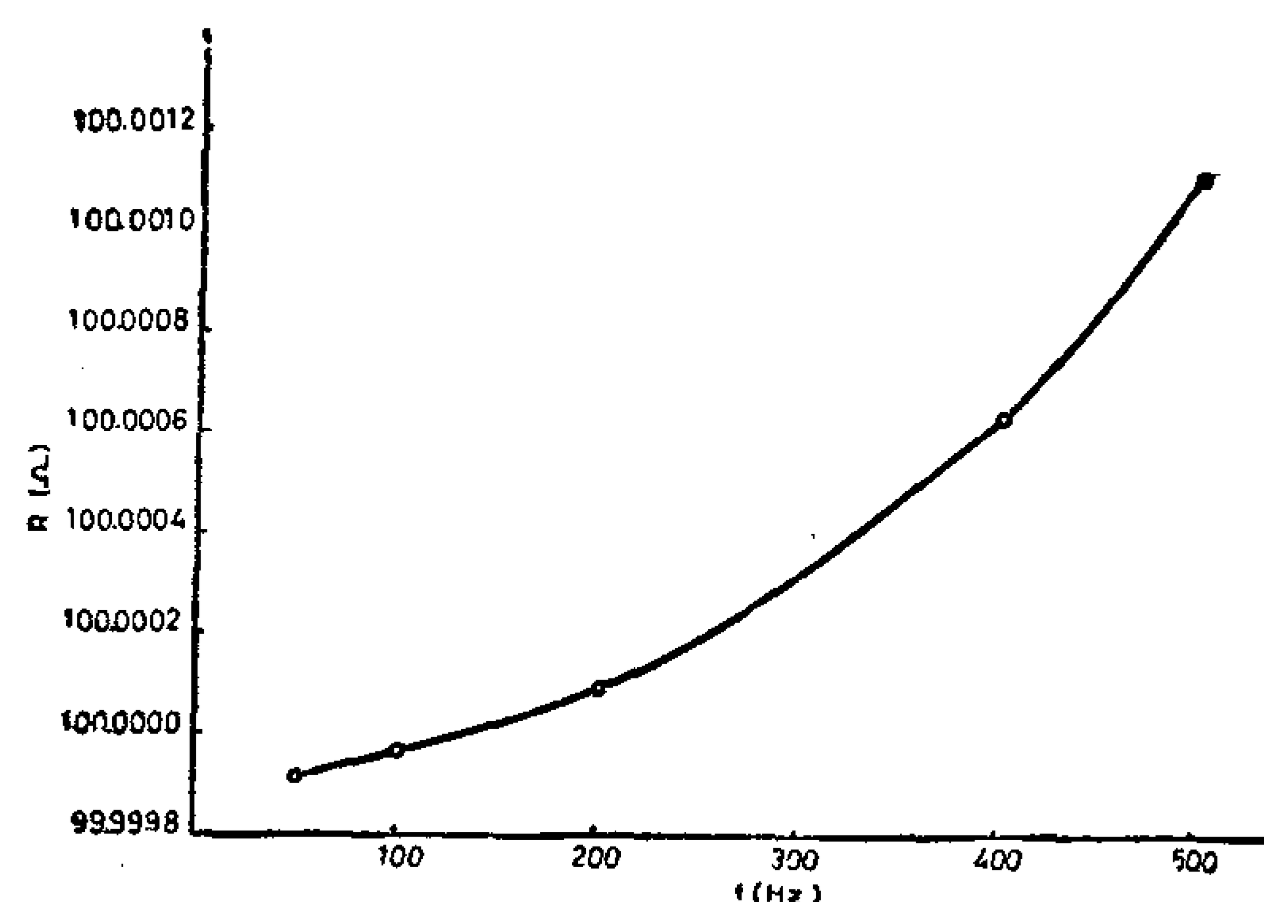


Fig. (5): The change of ac resistance with frequency for a dc standard 4-terminal resistor of 100 Ω nominal value.

Table 1. The values of the terms a,b,c and the zero frequency R_{fo} for three dc standard 4-terminal resistors.

Nominal value of resistor (Ω)	a	b	c	R_{fo} (Ω)
1	1.25×10^{-9}	2.6×10^{-11}	0	1.00004031
10	1.9×10^{-8}	2.6×10^{-11}	0	9.9999608
100	5.144×10^{-9}	2.299×10^{-11}	9.96×10^{-14}	99.9998821

tings are being changed, switching transients are minimized by a special circuit which couples the adjacent voltage steps through a resistor, while the switching is taking place. The easy and accurate function of the seven decades allow a descrimination of at least 1 part in 10^7 in the ratio (no/1-n o) to be obtained for all values of no between 0.1 and 0.9. This type of dividers has a very high input and very low output impedance. The values of its input and output impedences varies with the applied frequency. For the conditions of intended use, the input impedance ranges between 100 K Ω at a 50Hz to 1 M Ω at 500,Hz, and the output impedance value is stable to about 5 ohms for the frequency range 10 Hz to 10 KHz The accuracy and calibration of these dividers are directly traceable to the National Bureau of Sandards, and established by intercomparison over a wide range of frequencies and dial settings [16] . From a certificate of calibration issued from esi, for one of these dividers, it was found that, the maximum correction for the three premier decades did not exceed 0.33 ppm., when it was tested under ambient conditions of approximately 23°C and 50% relative humidity, and the voltage ratios corresponding to select dial settings of the decade transformer were measured with approximately 100 volts at a frequency of 100 Hz. applied between the input and common terminals. The inherent stability of these dividers assures permanent calibration over wide ranges of ambient temperatures, humidity, vibration and shock.

The G.R. type 1311-A audio oscillator is an ac powered all transistor instrument for use in bridge measurement work requiring a compact source of distortion free, audio frequency sine wave signals. It provides at least 1.0 watt output power into a wide range of lead impedances at eleven frequencies between 50 and 10.000 Hz with an accuracy of ± 1%.

The reference resistance standards were chosen from the Cambridge type standard resistors which are constructed of Manganin sheets specially selected for stability and low temperature coefficient. Two resistors of this type (1 Ω & 10 Ω) have been calibrated on dc, and intercomparison tests between them were made over the frequency range 50 Hz — 1 KHz These tests gave compatible results and no significant changes in resistance with frequency were observed. A complete bridge network with the necessary screening and shielding is shown in Fig. (2).

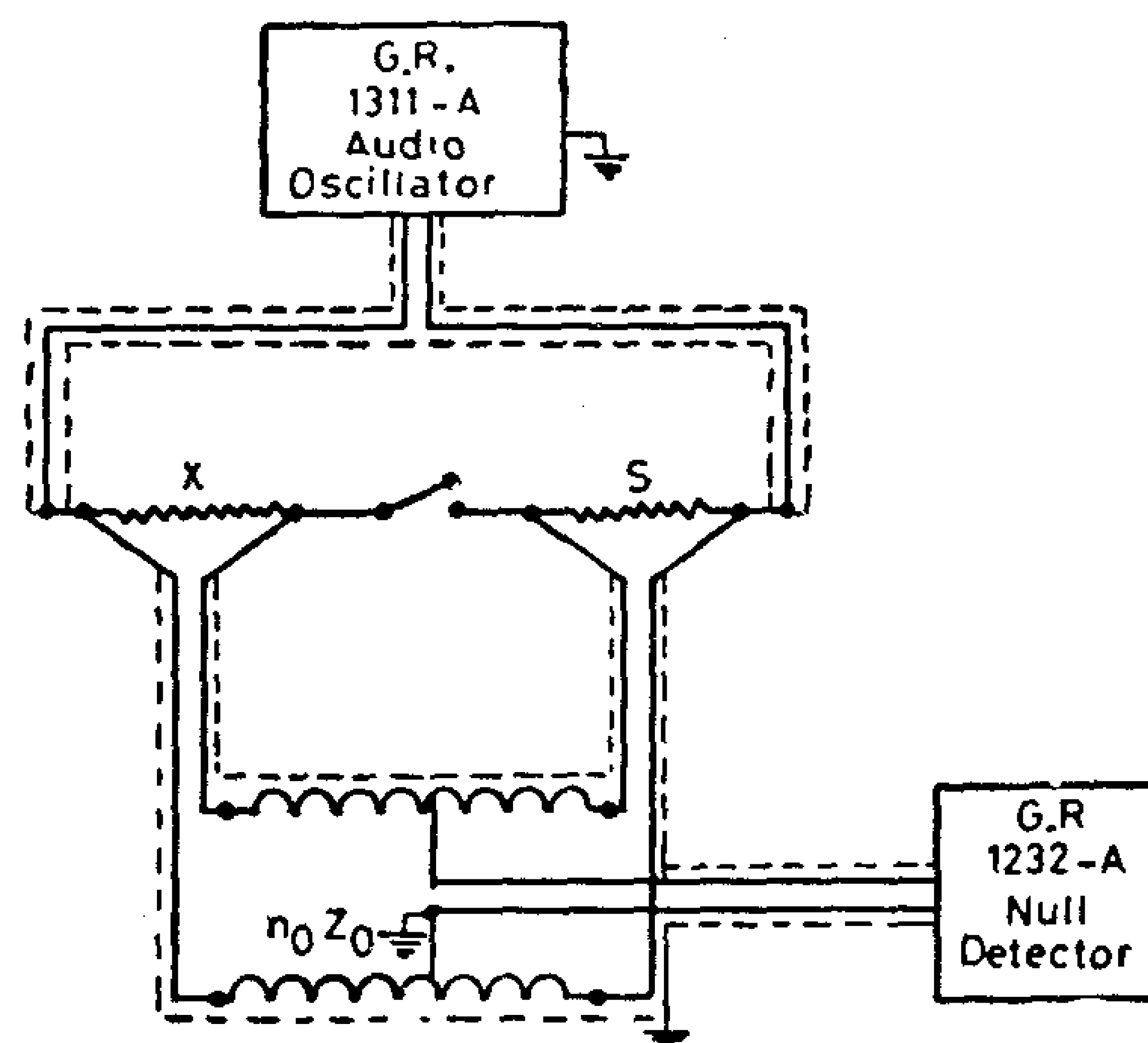


Fig. (2): The complete 4-terminal bridge network.

Experimental Results

The bridge network described above has been used to measure the ac resistance for a number of standard dc 4-terminal resistances, ranging from 1 Ω to 100 Ω at different frequencies between 50 Hz to 500 Hz. As required for accurate dc measurements, precautions was taken to avoid errors arising from changes in the temperature of the test resistor, whether caused by amibient conditions or self heating by the test current.

For each test resistor, the measured ac resistance values was substituted into equation (1) at the corresponding frequencies, from which the resistance fre-

appropriately spaced frequencies and substitution of these measured values into this equation, should lead to the evaluation of the zero frequency R_{r0} or dc resistance of this resistor.

Measurement technique :

The measurement was carried out using an ac Kelvin double bridge network, consisting of inductive voltage dividers as ratio arms, this bridge was built in the laboratory to be suitable for the measurement of 4-terminal resistors.

Fig. 1 shows the basic circuit for this bridge, with the notation of the Fig., and neglecting the effects of leakge and stray capacitance, the equations of balance is given by :

$$X = S\left[\frac{n_0 Z_0 + z_1}{(1-n_0)Z_0 + z_4}\right] + z_5\left[\frac{(1-n_1)Z_1 + z_3}{z_1 + z_2 + z_3 + z_4}\right]\left[\frac{n_0 Z_0 + z_1}{(1-n_0)Z_0 + z_4} - \frac{n_1 Z_1 + z_2}{(1-n_1)Z_1 + z_3}\right] \quad ------(2)$$

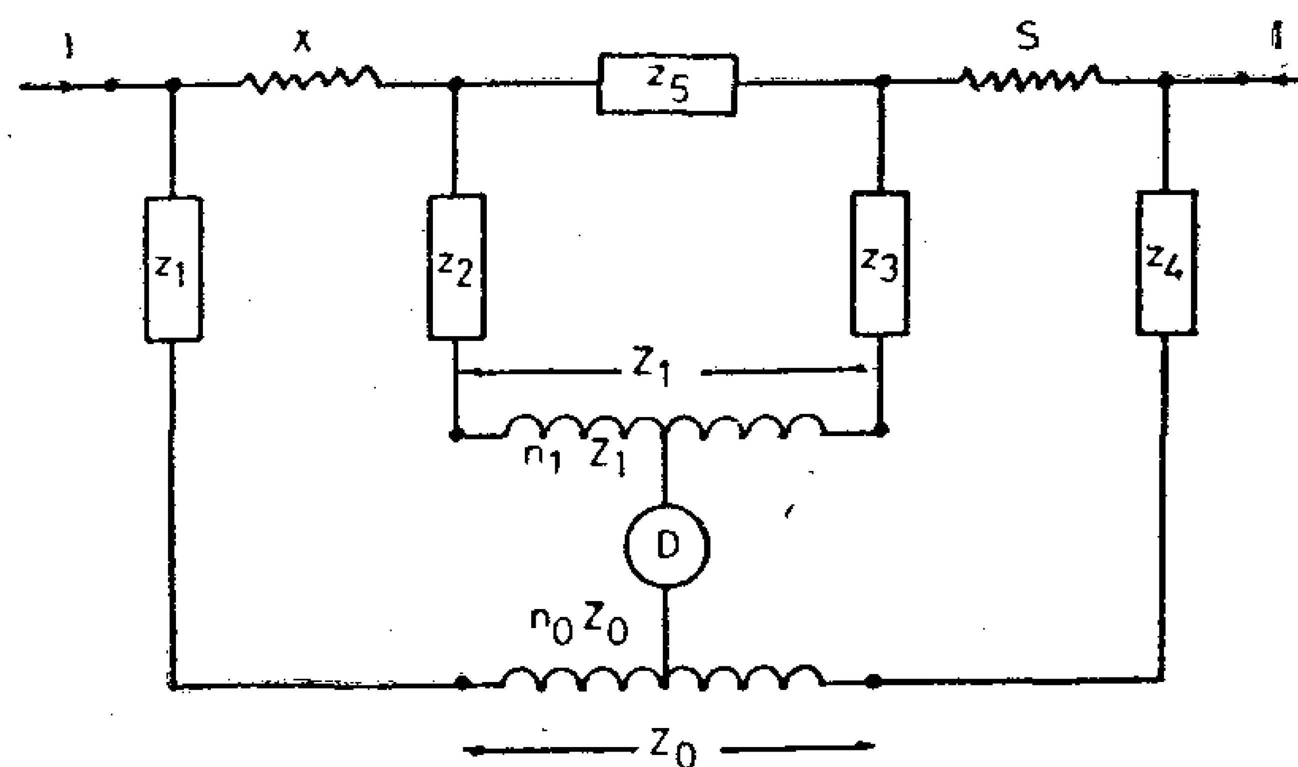


Fig. (1): The basic circuit of ac Kelvin double bridge.

There is a well known standard procedure used on dc for eliminating the effects of the leads z_1 to z_5, which involves four separate balances with differing arrangements of the circuit connections [9]. However. the high input impedance of the inductive ratio arms Z_0 and Z_1 makes this time consuming procedure unnecessary on ac. If the resistances of the necessary leads and contact blocks is made to do not exceed a few milliohms, furthermore if z_1 and z_4 are either less than $500\mu\Omega$ or their values are adjusted to be within $500\mu\Omega$ Then no error exceeding 1 part in 10^7 for any value of n o ($n_0 = n_1$) between 0.1 and 0.9999999 and for any value of X down to $1\,\Omega$ by assuming that

$$X = S\left(\frac{n_0}{1-n_0}\right) \quad ------(3)$$

And the ratio arm-dial reading n o obtained from a double bridge balancing operation can be used directly to obtain the value of X.

Bridge Description:

Using the basic circuit described above, we have constructed a complete bridge network in the laboratory, with two inductive dividers, the 1311-A Audio Oscillator, and the 1232-A tuned amplifier and Null Detector of GR types.

The inductive dividers used are of esi type Decade Transformer, Model DT 72A [13], which is a loboratory standard divider for establishing either voltage or current ratios at audio frequencies 50 to 10,000 Hz). The decade dials indicate the output voltage as a decimal part of the input. this can be read to seven significant digits. The first dial has end stop to prevent accidental switching from zero to full output, each of the other dials rotates continuously with no end stops, minimizing setting times. As dial set-

this resistors in the instrument with standard resistor of the same or decimal multiple of its nominal value, the measurement of odd values resistors, necessitates the use of combination standards as reference, which are consisting of more than conventional standards connected to produce the required resistance value.

It has occured to many workers that, the use of ac bridges might do much to ease the difficulties in the traditional dc circuits [3]. But most of the 4-terminal ac resistance bridges described [4-8] have been addressed largely to the specific requirements of platinum resistance thermometry, measurement of temperature and temperature differences and they are designed to operate at low current levels with high sensitivity and accuracy, while measuring thermometer resistances in the range 1 — 100 . In all these bridges, the change in resistance with frequency of the resistors tested was so small over the whole working frequency range, that extrapolation of their values to zero frequency raised no problems and a fixed operating frequency may be chosen to optimize the bridge performance. But this is very unlikely to be true for all resistors, particularly the 4-terminal type designed specifically for use as dc standards.

In this paper we present a method of determining the zero frequency (or dc) value of dc standard 4-terminal resistors, from the measurements of their ac values taken at few frequencies in the range 50 Hz-200 Hz, by the use of an ac Kelvin double bridge network built from available component in the laboratory to be suitable for the measurement of 4-terminal resistors.

Theoretical principle of the method:

The factors that influence the behaviour of resistance coils on ac are :

1 — The inductance and self capacitances of the winding.

2 — The capacitance between the coil and its surroundings.

3 — Skin effect in the wire together with eddy currents induced in nearby objects.

4 — Losses in the insulation.

To calculate the frequency effects on resistor due to these factors, some simplifying assumptions about the distribution of inductance and capacitance must be made, to make the problem tractable. One commonly used attack [9] is to treat the resistor as a uniform transmission line, accordingly the combined factors will lead to an equation relating the change in effective resistance of a resistor with frequency, containing terms of the sixth integral powers of the frequency [10-12]. However, for many reasons, 4-terminal standard resistors are designed and constructed to be reasonably non-inductive, and of small shunt capacitance, so the term in the 4th power of frequency in this relation will not exceed 1 part in 10^{-8}. Consequently, for the type of resistors being considered, and for the accuracy required, all terms above the third power of the frequency may safely be neglected, and the resistance frequency relationship may be represented by a law of the form

$$R_{ac} = R_{f_o}\left[1 + af + bf^2 + cf^3\right] \quad \text{-------} (1)$$

where a, b, c, are constants for a given resistor and R_{f_o} is the zero frequency value.

From equation (1), it can be shown that, accurate measurement of the ac resistance of a resistor at a number of

MEASUREMENT OF DC STANDARD 4-TERMINAL RESISTORS BY AN AC METHOD

By

Dr. Nadia N. Tadros*

ABSTRACT :

A method is described hereby the zero frequency value of 4-terminal dc standard resistors can be readily determined to an accuracy within 3 parts in 10^6, from a few measurements of their ac values made at frequencies between 50 Hz. and 200 Hz. This method reduces some of the uncertainties and causes of error experienced in the traditional dc methods of measuring dc standard resistors, and also gives the advantage of measuring the odd valued resistors, with the same ease and accuracy as that obtained for unity or decimal ratios.

A Kelvin double bridge network is used with ratio arms consisting of adjustable inductive dividers. A complete description of the bridge, and the equation of its balance are given.

List of Symbols

R	: Nominal value of 4-terminal resistor.
R_{ac}	: Resistance of 4-terminal resistor on alternating current.
R_{fo}	: Resistance of 4-terminal resistor at zero frequency.
R_d	: Resistance of 4-terminal resistor on direct current
f	: Frequency in Hz.
$z_1, z_2 \cdot \cdot z_5$	: Lead impedances.
Z_o, Z_1	: Input impedances of inductive voltage dividers.
n_o, n_1	: Inductive voltage dividers dial readings.
X	: The resistance under test.
S	: The reference standard resistor.

INTRODUCTION :

The routine calibrations of resistors and the international comparison of resistance standards, which form the basis of all measurements, usually use direct current. These direct current measurements are usually using a four or six arm bridge network, and they have reached a very high level of accuracy. Nevertheless, several difficulties encountered in direct current resistance measurements, the most important of which is the insidious effects of thermoelectric voltages, then extreme care is necessary, and many precautions have to be taken, if the uncertainties in the measurements are to be reduced below 1 part in 10^6.

Much has been published describing the methods and techniques that have been developed to overcome the sources of error in dc measurements [1,2]. Even so, the final accuracy obtainable in the measurements is always dependent upon the skill of the operator. In other hand, the direct current measurement of resistors, usually involves the comparison of

* Electrical Measurement Laboratory, National Institute for Standards, Dokki, Cairo.

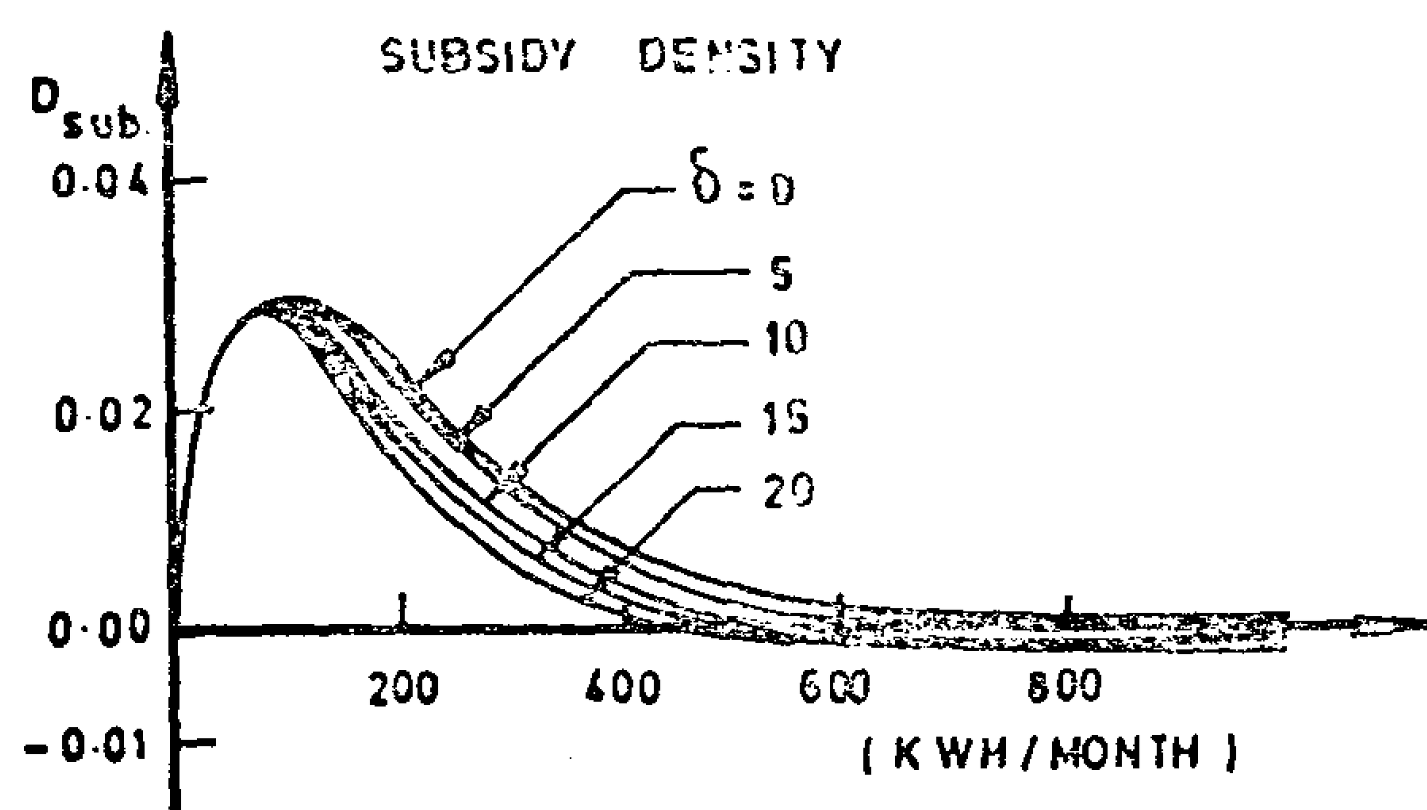


Fig.(12)

SUBSIDY DENSITY DISTRIBUTION

8. CONCLUSIONS —

Different conclusions could be offered by the paper, the following are the most salient ones ...

1. For Greater Cairo residential subscribers, the subsidy-to-return ratio is about 5. However, while this ratio is alarmingly large; it decreases slightly with time.
2. A complete analysis of the distribution of subsidy among the different blocks of subscribers is given. The seemingly unfair subsidy distribution is rectified by a recommended modification in the tariff structure.

REFERENCES

(1) Attia H. A. et al., "Statistical Models of Electrical Energy Distribution in Egypt", The Eighteenth Annual Conference in Statistics, Computer Science, Operations Research & Mathematics, Cairo, Egypt, 26-29 Dec. 1983.

(2) A. Hald, **Statistical Theory With** Engineering Applications, Wiley International Edition, Printed in Japan by Toppan Printing Company, LTD., 1952. ...

(3) H. Attia, **New Model for Electric Energy Forecasting in Egypt and Related Tariff,** Ph. D. Thesis, Cairo University, Egypt, 1984.

(4) Seminar on Optimal Production and Utilization of Electric Energy, Cairo, Jan. 12-15 1984.

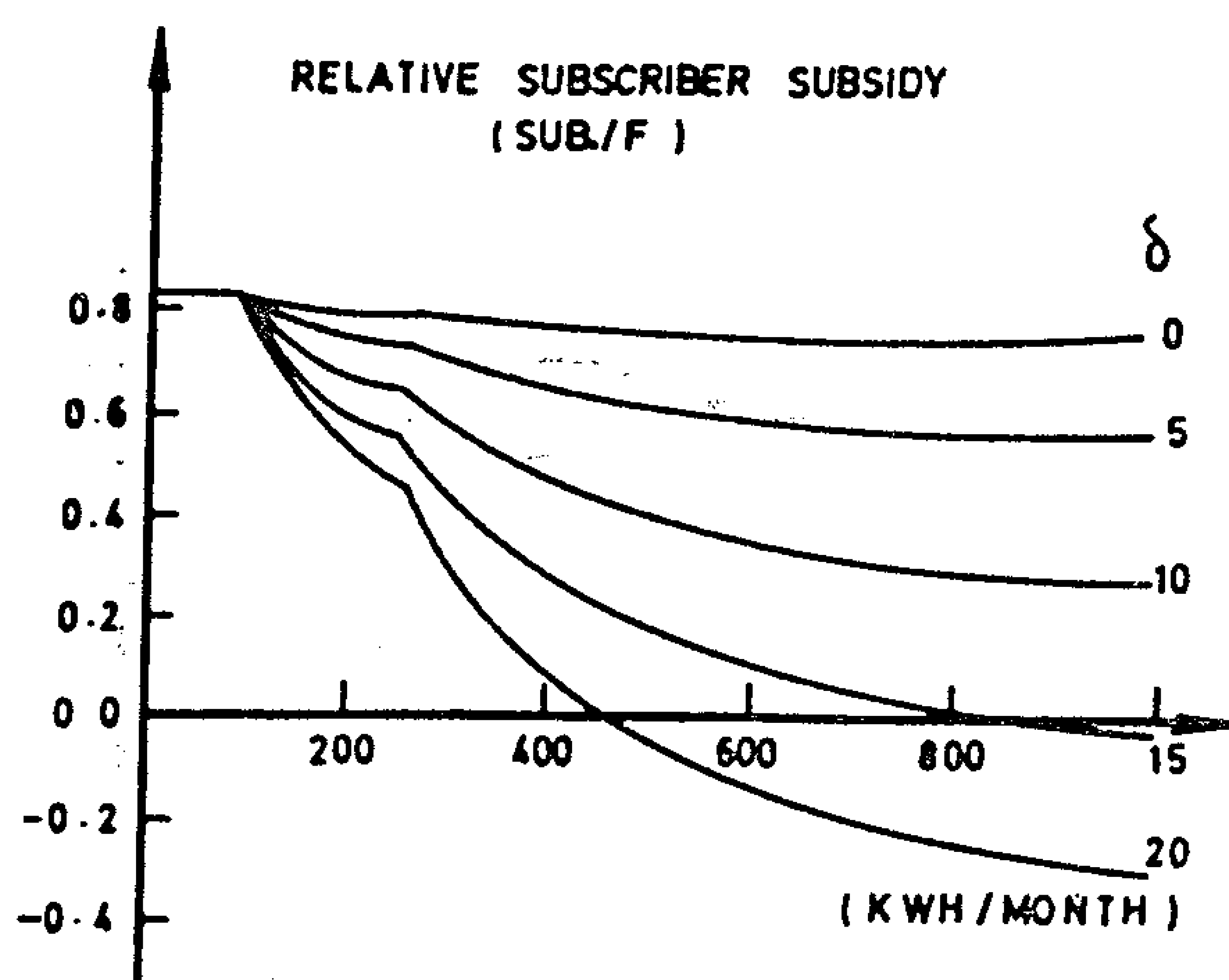


Fig.(11)

EFFECT OF THE TARIFF INCREASE ON SUBSIDY.

In Tables (3) and (4) the numerical values of anticipated cost, return and subsidy of electric energy are fully given as they are averaged for each consumption block.

Table (3) Relative Block Subsidy for different values of tariff increment δ.

Blocks (KWH/month/subscriber) δ milliems	Block 1 ≤ 80	Block 2 80-100	Block 3 100-250	Block 4 ≥250	Average
0	0.8400	0.8315	0.8167	0.7837	0.8110
5	0.8400	0.8300	0.7750	0.6650	0.7540
10	0.8400	0.8217	0.7105	0.4863	0.6689
15	0.8400	0.8168	0.6486	0.3123	0.5857
20	0.8400	0.8114	0.5866	0.1384	0.5026

Table (4) Actual Block Subsidy (L.E./subscriber /month) for different values of the tariff increment δ.

Blocks (KWH/month/subscriber) δ milliems	Block 1 ≤ 80	Block 2 80-100	Block 3 100-250	Block 4 ≥250	Average
0	2.7990	7.0836	12.2634	26.5754	8.2117
5	2.7990	7.0470	11.6002	22.3887	7.6129
10	2.7990	7.0006	10.6705	16.4896	6.7711
15	2.7990	6.9723	9.7392	10.5911	5.9292
20	2.7990	6.9267	8.8088	4.6932	5.0874

7. SUBSIDY DENSITY DISTRIBUTION

It is vital for the government after allocating a certain proportion of its budget to electricity subsidy to examine how this subsidy is distributed among the population. This can be achieved by combining the subsidy distribution function as seen in Figs. (6) through (10) with the density distribution of subscribers br (x) described in Sec. 2.

The subsidy (as in Figs. (6)-(10) can be expressed by a series of linear equations in the form :

$$Sb(x|\delta) = a_1 x \qquad x \leqslant 80 \text{ KWH/month L.E.}$$

$$= a_2 + a_3 x \qquad 80 \leqslant x \leqslant 100 \text{ KWH/month L.E.}$$

$$= a_4 + a_5 x \qquad 100 \leqslant x \leqslant 250 \text{ KWH/month L.E.}$$

$$= a_6 + a_7 x \qquad x \geqslant 250$$

as an example, for the present tariff

$a_1 = 0.084$, $a_2 = 0.08$

$a_3 = 0.083$, $a_4 = 0.437$

$a_5 = 0.07943$, $a_6 = 1.7745$

$a_7 = 0.07408$

A subsidy density distribution function can be deduced as

$$D_{Sb}(x|\delta) = br(x) \cdot Sb(x|\delta)$$

which becomes

$$D_{Sb}(x|\delta) = S \cdot Sb(x|\delta) \cdot \frac{1}{\alpha} \cdot e^{-x/\alpha} \quad \text{L.E./KWH}$$

where, S is instantaneous number of subscribers.

The integrated density oven all brackets gives the total subsidy for the given month.

$$Sb = \int_0^{\infty} S \cdot Sb(x|\delta) \cdot \frac{1}{\alpha} \cdot e^{-x/\alpha} dx \quad \text{L.E.}$$

The subsidy density function is plotted in Fig. (12) for an increasing values of ∂ .

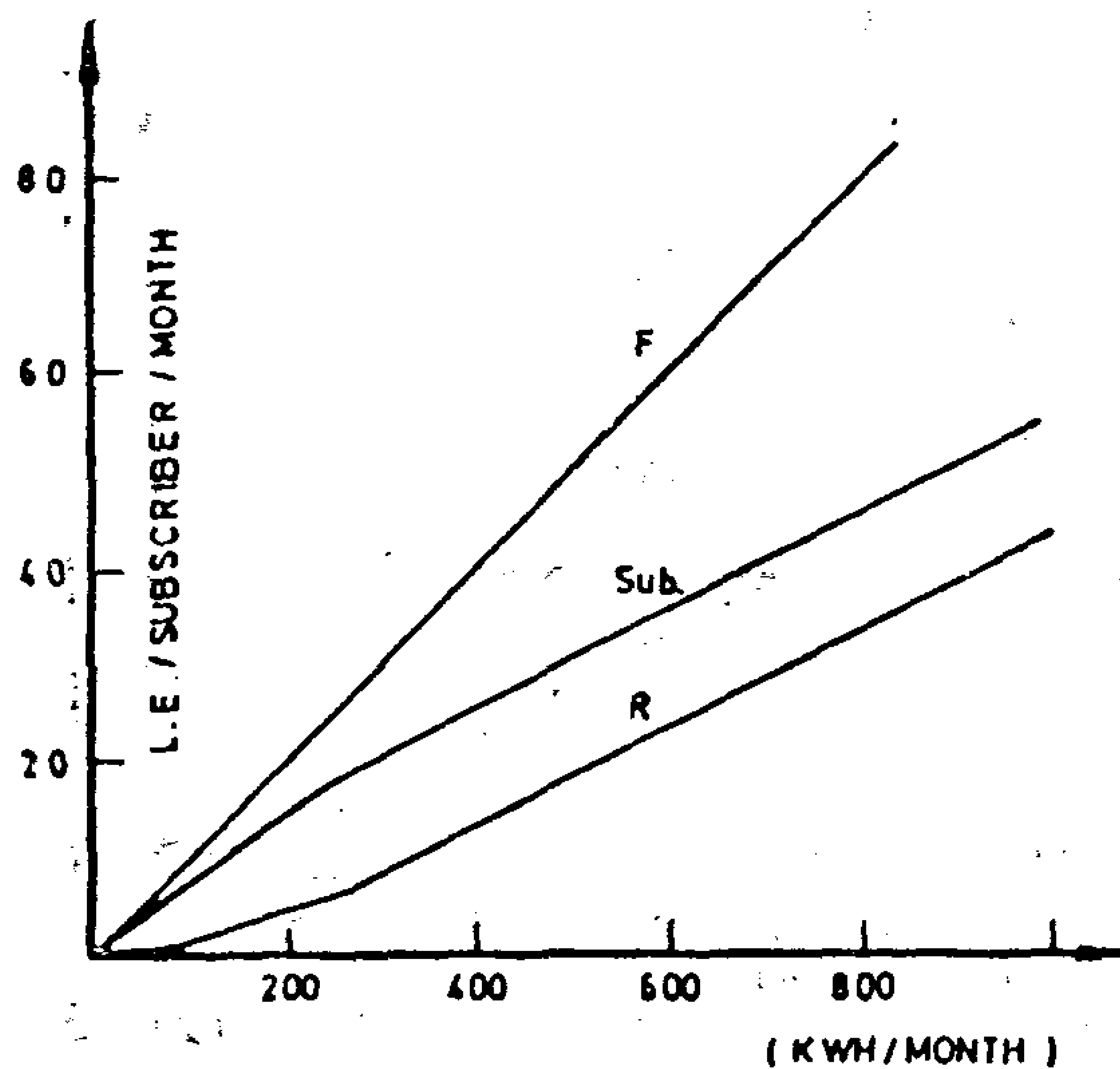


Fig.(7)

ACTUAL COST, RETURN AND SUBSIDY (δ = 5)

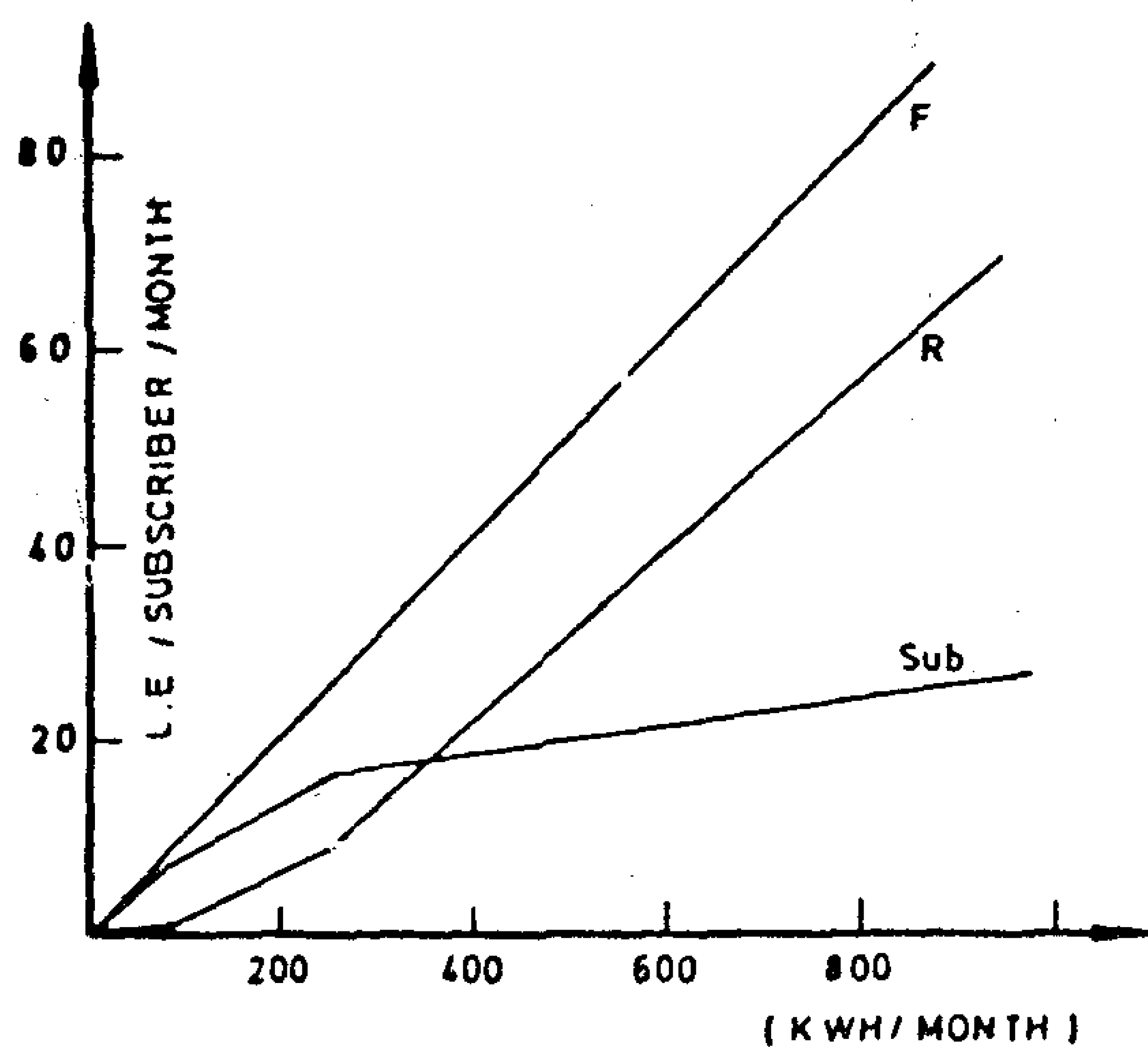


Fig.(8)

ACTUAL COST, RETURN AND SUBSIDY (δ = 10)

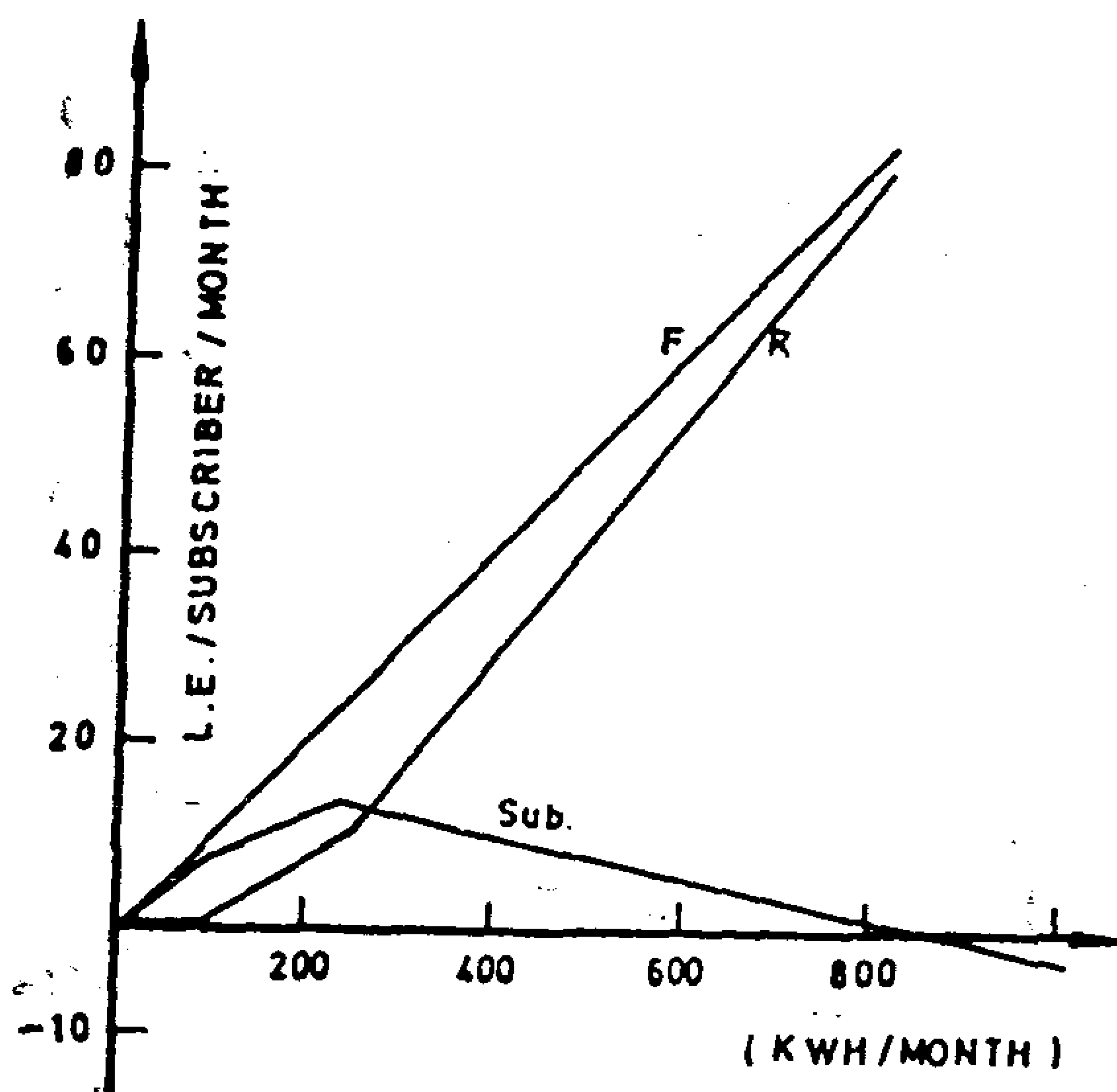


Fig.(9)

ACTUAL COST, RETURN AND SUBSIDY (δ = 15)

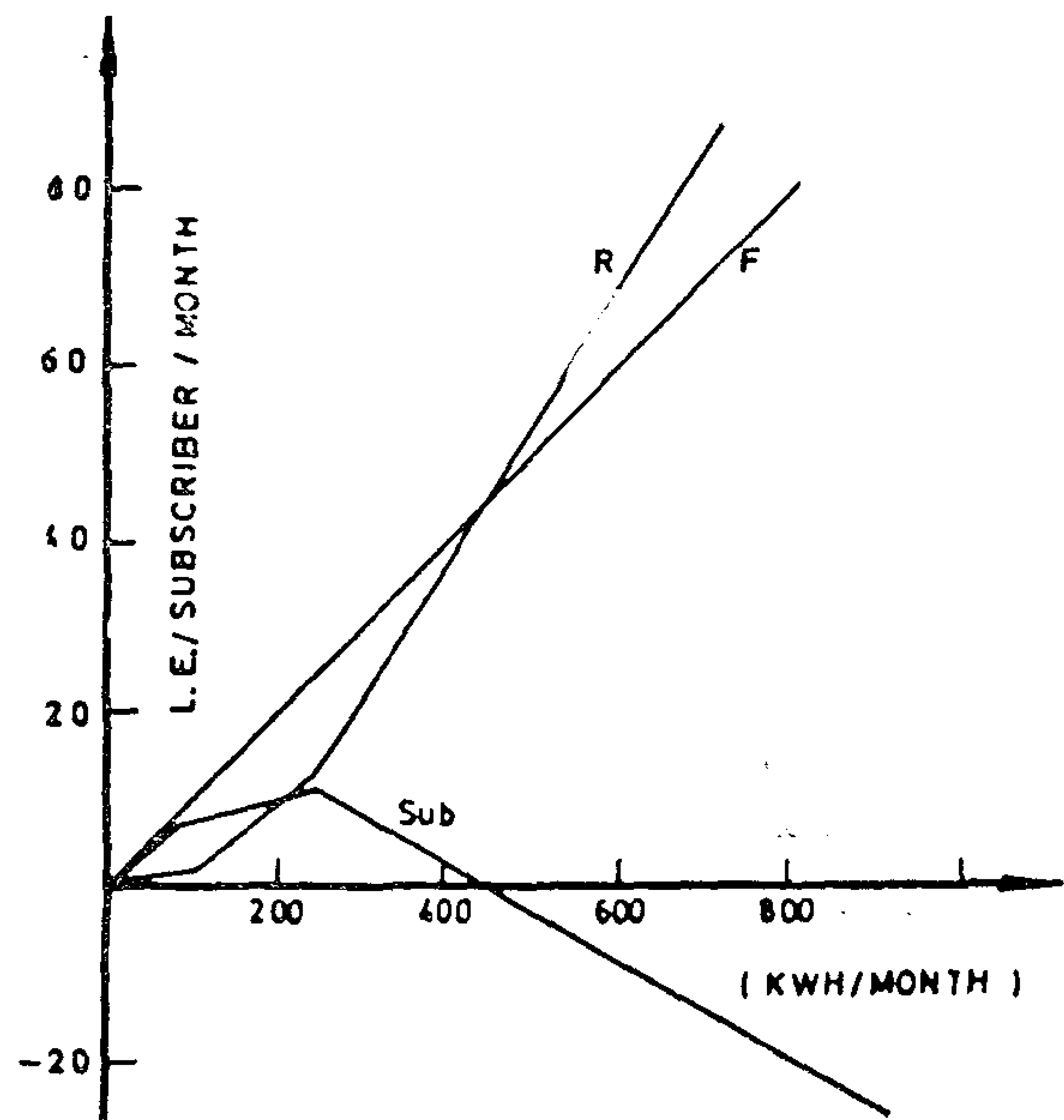


Fig.(10)

ACTUAL COST, RETURN AND SUBSIDY. (δ = 20)

Fig. (6) begins by the tariff structure in use in 1984. The increment is gradually increased until it reaches a high value of 20% of the original price. This means an increase in the price of the upper bracket of (7x20 = 140%) .

The effect of increasing ∂ on the subsidy is immediately felt. The subscriber subsidy monotonically increases (unfairly) as the consumption brackets increases until a value of $\partial = 10\%$ is reached. With larger values of ∂ the subscriber subsidy peacks off and decends after wards as the consumption bracket continues to increase. In Figs. (9) and (10), a negative subscriber subsidy appears at about 900 and 460 KWH/month respectively.

Also, as we progress with inreasing from Fig. (6) towards Fig. (10) the return to the utility approaches the true cost of energy which is considered a healthy economical feature.

6.2. Relative Subsidy

Fig. (11) offers a handly, yet strong, tool for tariff policy makers to examine the effect of tariff increase on subsidy. The latter is expressed relative to the actual cost of energy. The case of $\partial = 0$ represents the present day tariff.

Table (2)

Total Energy Consumption $A = 1.8125 * 10^8$ KWH

Number of Subscribers $S = 1.7905 * 10^6$

Mean Energy Consumption $\alpha = 106.464$ KWH/month/subscriber

Item	1-st Block	2-nd Block	3-rd Block	4-th Block	aggregate
Energy Consumption P.U.	0.1739	0.0680	0.4382	0.3199	1.0000
Number of Subscribers P.U.	0.5283	0.0808	0.2954	0.0955	1.0000
Return (R) million L. E.	0.5043	0.2077	1.4561	1.2540	3.4220
Actual Cost (F) million L. E.	3.1519	1.2325	7.9424	5.7982	18.1250
Subsidy (Sb) million L. E.	2.6476	1.0248	6.4863	4.5442	14.7030
Subsidy/Actual Cost (Sb/F) (Relative Block Subsidy).	0.8400	0.8315	0.8167	0.7837	0.8110
Subsidy/Subscriber/Block L. E.	2.7990	7.0836	12.2634	26.5754	8.2117

6. OBJECTIVE TARIFF UPDATING

This section aims at probing the various possibilities of improving the tariff structure such as to cope more with the socio-economical goals of this nation. A series of proposed tariff variation is assessed in the light of the consequent subsidy : both in the total magnitude and relative distribution.

In all those attempts the principle of subsidizing the small consumers will be respected. The price of electric energy in the first block is assumed to be unchanged (16 milliems/KWH), while the price of energy in the other blocks is updated by incremental increases according to the following pattern ::

Energy Block	Price/KWH
1	y_1
2	$y_2 = y_1 + \delta$
3	$y_3 = y_2 + 2\delta = y_1 + 3\delta$
4	$y_4 = y_3 + 4\delta = y_1 + 7\delta$

where δ is our control tariff increment

6.1. Results

Figs. (6) through (10) give the actual cost of energy F, the return R and the subsidy (Sb) for each subscriber bracket, thus they are all expressed in L. E. /subscriber/month. It is to be recalled that the former quantity is always equal to the sum of the latter two.

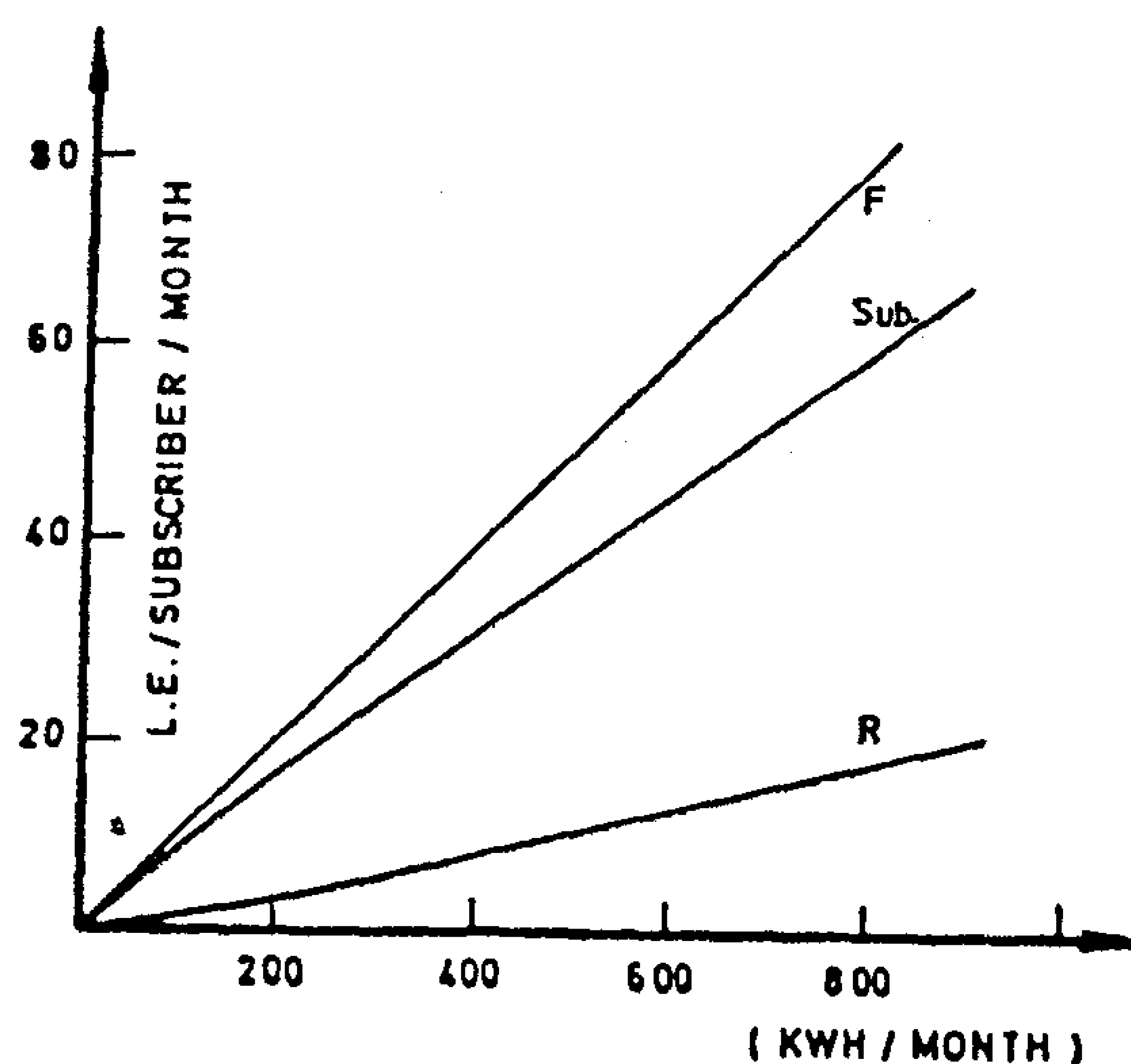


Fig. (6)

ACTUAL COST , RETURN AND SUBSIDY ($\delta = 0$)

iii **Subscriber Subsidy** : This quantity (measured in pounds per unit time) is the share of each subscriber in the total subsidy. Two ways of expressing this quantity are put forward :

— The average subscriber subsidy in a block :

obtained by dividing the block subsidy by the numher of subscribers in the block.

— The exact subscriber subsidy : obtained by computing the subsidy for each level of consumption in which case the result will appear as a continuous function of monthly consumption.

5.1. Example Case

As an example, the subsidy picture during month of December 1984 is summarized in Table (2).

Block Subsidy : On Fig. (3) the two components of the true cost of electricity, namely, subisdy and return to the utility are singled out for each block of consumption separately. It appears that even in the upper consumption brackets the electricity subsidy is substantial. In Fig. (4) the relative block subsidy is plotted. Evidently, this relative subsidy varies very slightly from one block to other. While it has its maximum of 80% in the lower brackets it is above 72% at the higher brackets.

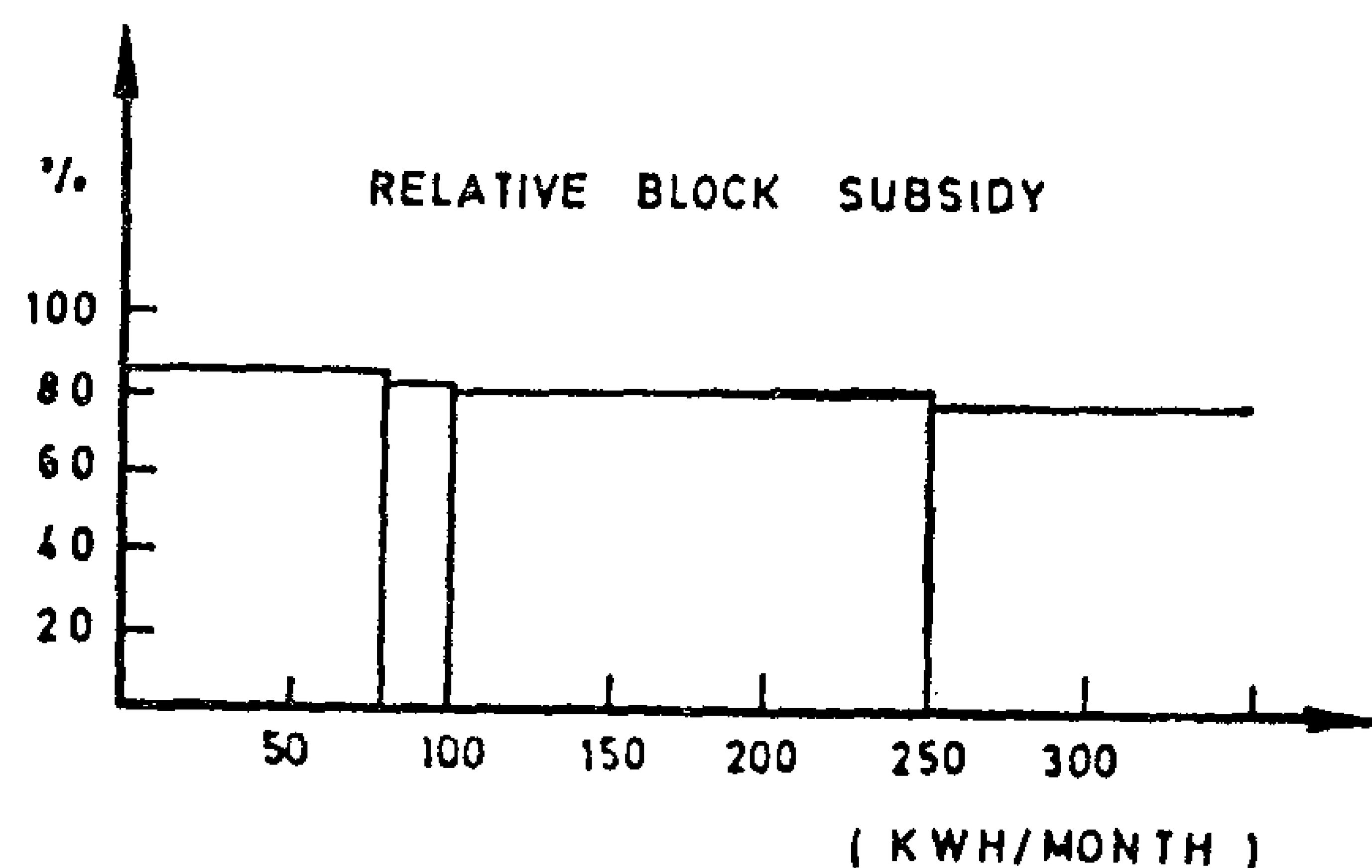


Fig. (4)
(BLOCK SUBSIDY / COST) RATIO. (DEC. 84)

Subscriber Subsidy : A startling result is seen in Fig. (5) where the average subscriber subsidy is given. While - on the average - a low bracket consumer is subsidized by about L. E. 2.8 the consumer in the high brackets (> 250 KWH/month) is subsidized by about L. E. 26.6 It is this illustration that should prompt the tariff policy makers to rectify seemingly unfair subsidy distribution through a new tariff.

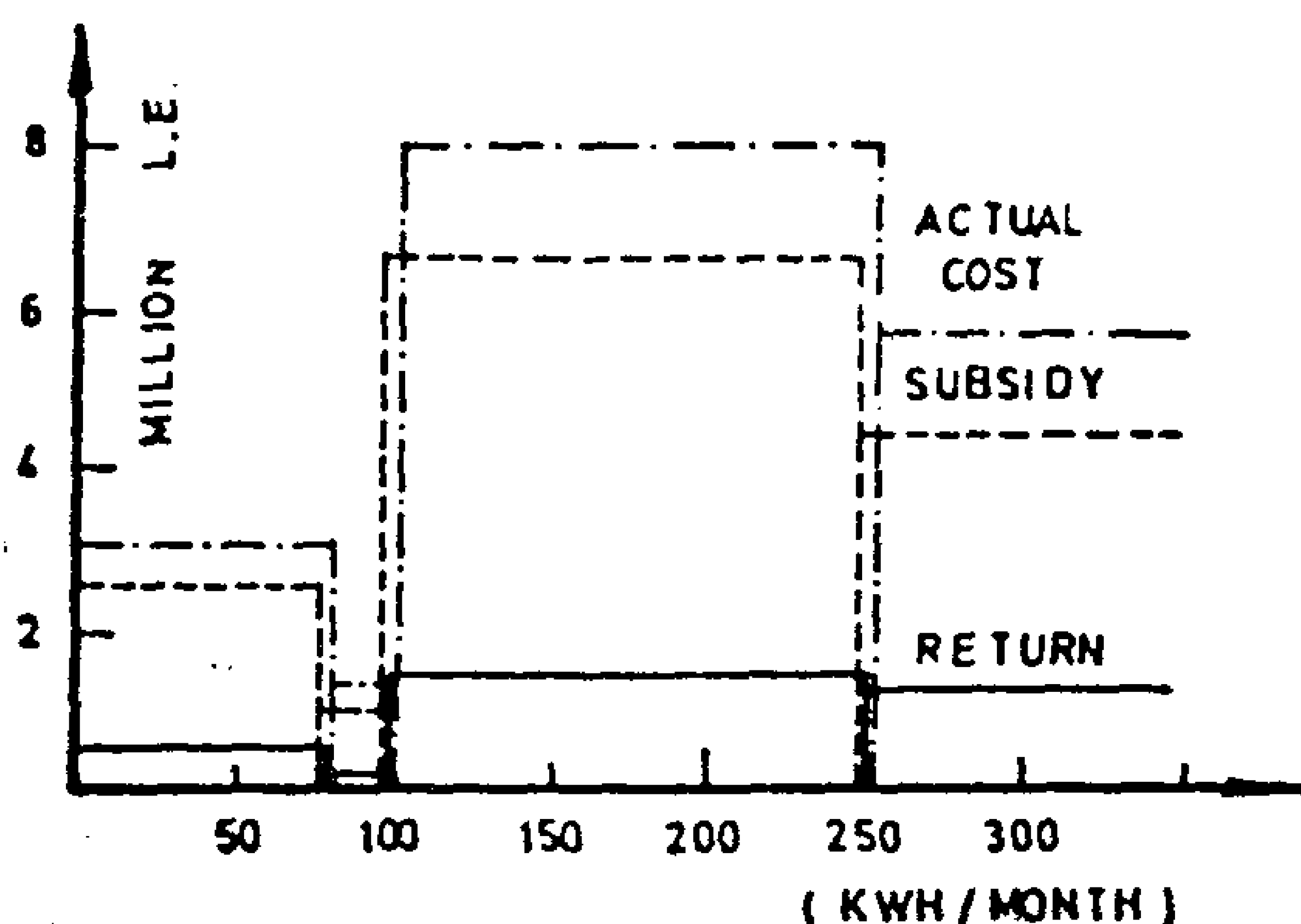


Fig. (3)
ACTUAL COST, SUBSIDY AND RETURN (DEC. 84)

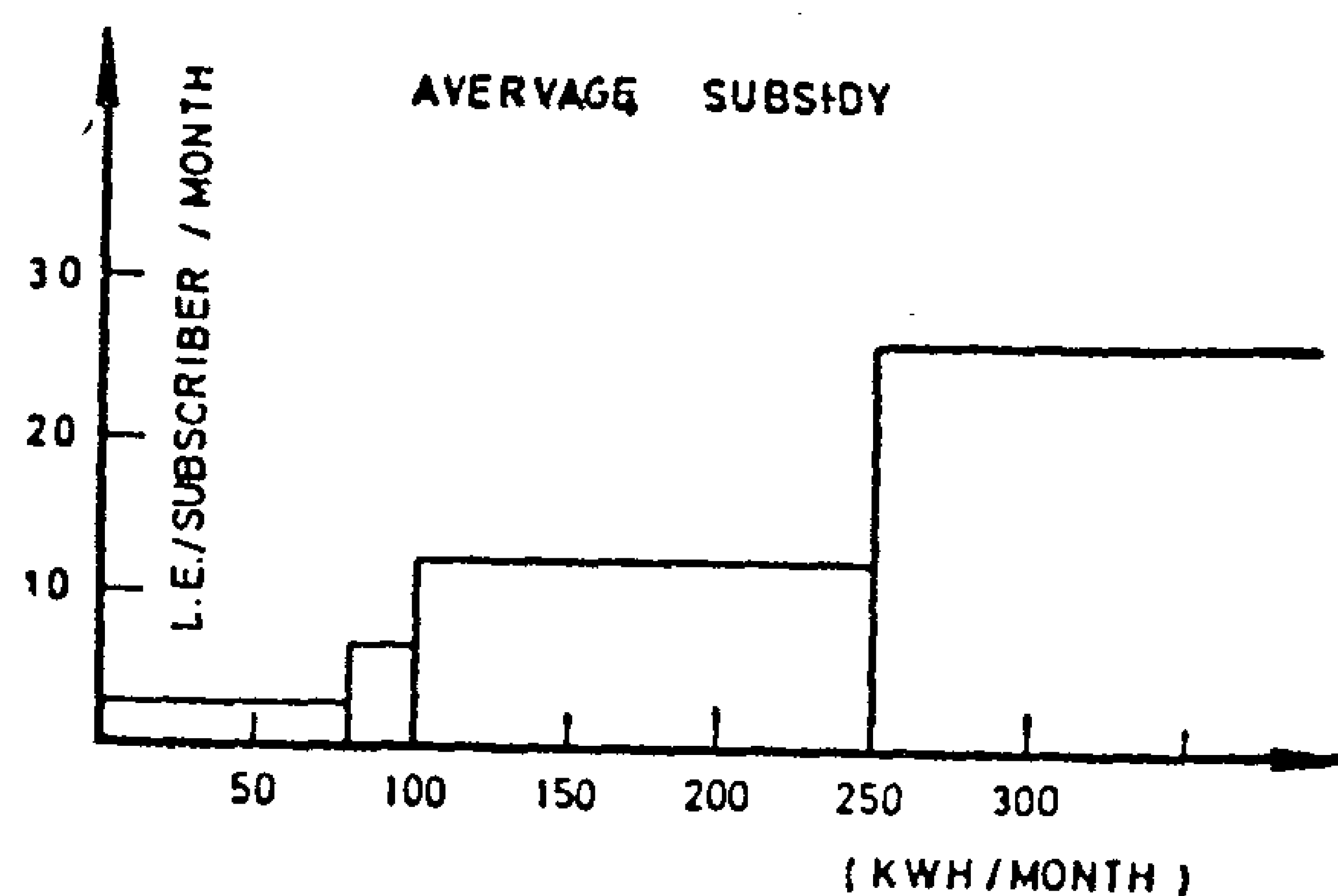


Fig. (5)
AVERAGE MONTHLY SUBSIDY PER SUBSCRIBER (DEC. 84)

A guide for estimating the values of y_n and the slope -b is based on the cost of energy generated by thermal stations. A 0.23 Kg. of feul is required to produce one KWH and the cost of feul is considered to be 230 dollars per ton (4) The cost of maintenance and repair, operation and interest on the fixed charges are assumed to be 25% of the fuel cost (4). Based on these figures the value of y_n is assumed to be 100 milliems per KWH while the slope -b is assumed to take the value -0.015 milliems per (KWH) . Therefore, equation (8) take s the form :

$$y = 100 - 0.015\ x \quad \text{milliems/KWH} \qquad (9)$$

The actual cost (unsubsidized cost) F for the monthly electrical energy consumed by Greater Cairo subscribers is deduced as follows :

$$F = (S \cdot \int_0^{\infty} y \cdot \frac{x}{\alpha} \cdot e^{-x/\alpha}\, dx)\ 10^{-9} \quad \text{million L.E.} \qquad (10)$$

$$= S \cdot \alpha \cdot (y_n - 2b \cdot \alpha)\ 10^{-9} \quad \text{million L.E.} \qquad (11)$$

Where S is the number of subscribers and α is the mean energy consumption KWH per month .

Therefore, the value of the subsidy per month Sb is :

Sb = F - R

The results of the return R, unsubsidized cost F, the subsidy Sb and the ratio of subsidy-to-return are given in Table (1), for the residential subscribers in Greater Cairo during the month Apr. 80 and Apr. 83 considering the latest tariff in effect.

Table (1) Relative subsidy calculation

Month	Return R million L.E.	Unsubsidized cost F million L.E.	Subsidy Sb million L.E.	Subsidy-to-return Sb/R
Apr.80	1.342	8.228	6.886	5.131
Apr.83	2.620	14.591	11.971	4.569

The ratio of subsidy to-return (Sb/R) is alarmingly large. It however, decreases slightly with time which is expected since the mean energy consumption increases with time towards the tariff consumption blocks of the higher prices per KWH.

For our purposes of subsidy assessment the actual energy cost-given by equation (9) - was simply set at 100 milliems per KWH.

5. RELATIVE SUBSIDY

Two aspects to the issue of subsidizing electric energy are worthy of our attention :

1. The magnitude of the total subsidy as a proportion of the actual cost of electric energy. This indicates the degree of imbalance between the income and expenditure of the Ministry of Electricity.
2. The distribution of electric energy subsidy among the subscribers. This effort should reveal the sociopolitical dimension of the problem and reflects the level of fairness which the government is able to achieve.

The following quantities and ratios are sought :

I. **Totol Subsidy :** It is the difference between the actual total cost of producing, transmitting and distributing electric energy and return to the utility from paid electricity bills. It is measured in pounds per an arbitrary unit of time normally a month or a year.

ii. **Relative Subsidy :** This is a per unit quantity describing the ratio of the subsidy to the total cost. It can be obtained globally for all subscribers, or it can be calculated separately for each tariff block in which case it is called "Relative Block Subsidy".

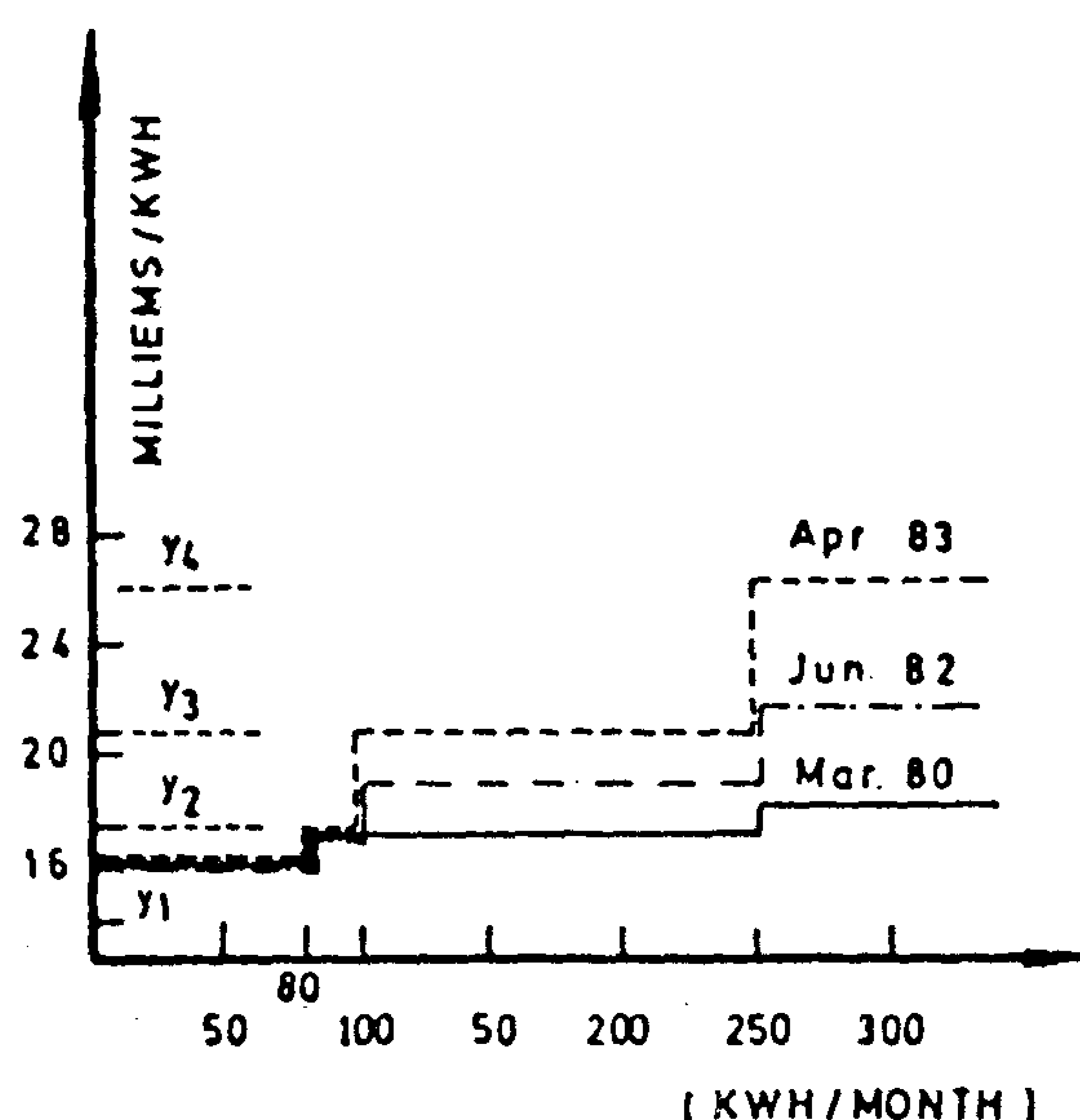


Fig.(2)

TARIFF STRUCTURE

A preliminary inspection of the tariff structures reveals that the tariff is not annually updated. The tariff put into effect in March 1980 lasted for about two years. The principle on which the tariff structure is updated is apparently to increase the rate of the third and the last blocks of the tariff by 10% and 20%, respectively.

A major objective of tariffing policy should always be to sustain a "reasonable" return to the utility. Therefore, any revision of such policy should be conducted in the light of its effects on return. This concept is analyzed with the aim of extracting conclusions and recommendations pertaining to the Egyptian policy.

Using the applied structure given in Fig. (2), the total actual return received by the utility from residential subscribers can be put in the form (3) :

$$R=[y_1 \cdot A + (y_2 - y_1) \cdot S \cdot e^{-x_1/\alpha} + (y_3 - y_2) \cdot S \cdot e^{-x_2/\alpha} + (y_4 - y_3) \cdot S \cdot e^{-x_3/\alpha}]\ 10^{-9} \quad \text{million L.E.} \quad (7)$$

where - according to Fig. (2) -

$x_1, x_2, x_3, y_1, y_2, y_3, y_4$: are the components of the tariff.

S and A : are the number of subscribers and the total energy consumption (in KWH), respectively.

α : is the mean energy consumption (KWH/month).

The quantities A, S and α are all functions of time and were shown (3) to be - for Greater Cairo - :

$$A = (1+ 0.0235\ T).\ A_n \quad \text{KWH/month}$$

$$S = (1 + 6.697 \times 10^{-3}\ T).\ S_n$$

$$= 60.8438 + 0.7603\ T$$

where T is the months after the month of Dec. 79; A_n and S_n are the total monthly energy consumption (in KWH) and the total number of subscribers during the base month (Dec. 79) - in Greater Cairo - respectively :

A_n = 75,210,265 KWH/moth

S_n = 1,260,882

4. ORIGIN OF SUBSIDY

In this section, it is interested to compute the actual cost of the electrical energy consumed by residential subscribers in Greater Cairo. The difference between the actual cost-borne by the utility and the return - paid by the subscribers- represents the value of the subsidy.

The actual cost of energy per KWH (see Fig. (2)) is assumed to take a linear relation defined by :

$$y = y_n - b.x \quad \text{milliems} \quad (8)$$

where y is the cost per KWH for subscribers consuming x KWH per month, y_n is the maximum cost per KWH. The negative slope is attributed to the fact that the consumption of more energy improves the load factor and hence saves in operating cost of generation.

ranged according to the monthly consumption in KWH.

Preliminary inspection of the available data suggested that an exponential function could be chosen to represent the subscribers brackets distribution. Meanwhile a skew distribution function of the Log-hormal form is chosen to represent the consumption distribution. The exponential model, assumed to represent the subscribers bracket distribution of Fig. (1) has the form ((1) :

$$br(x) = \frac{1}{\alpha} e^{-x/\alpha} \qquad (1)$$

where X is the central value of the brackets, and α is the mean value of the brackets.

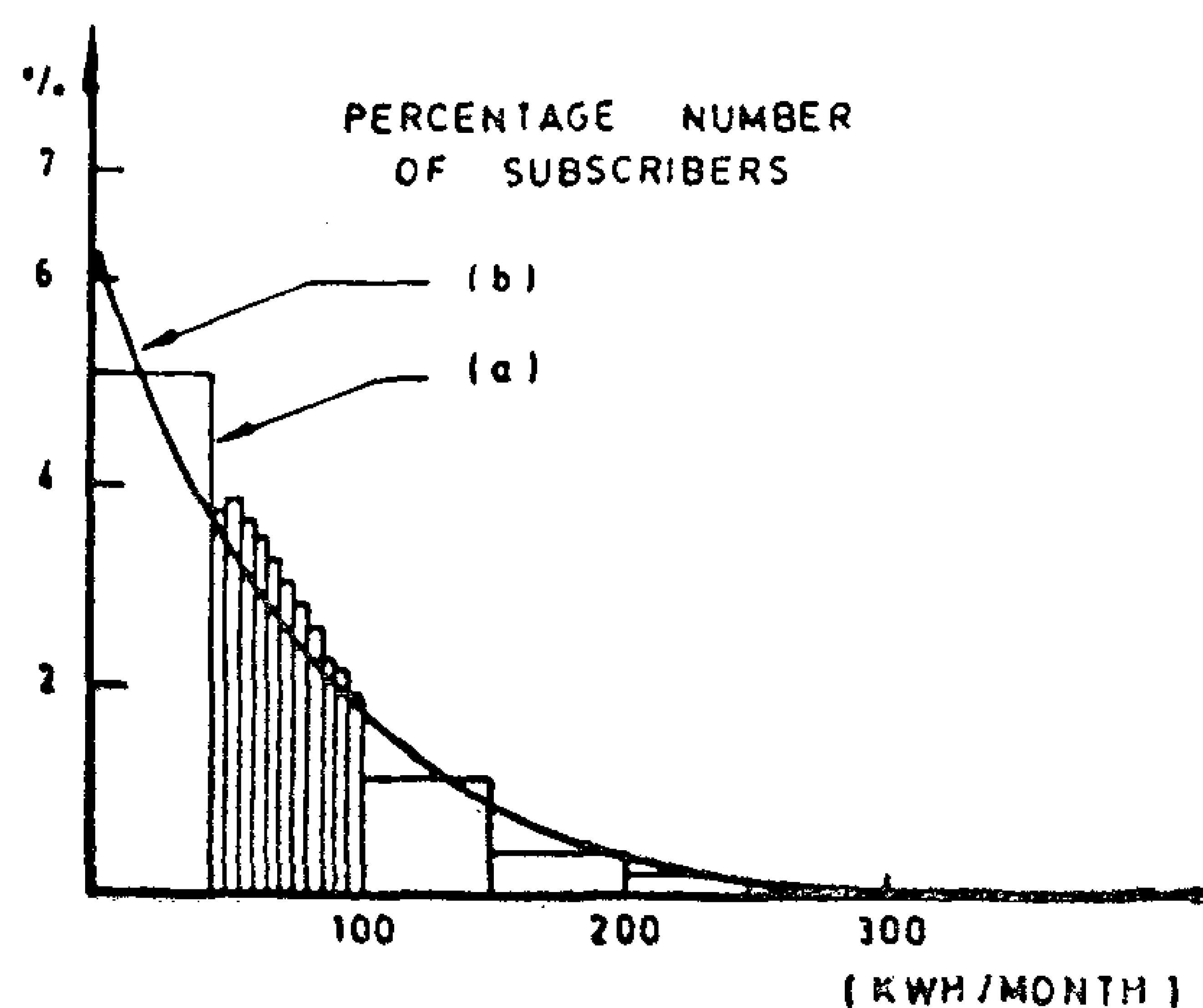


Fig.(1)

(a) THE DISTRIBUTION HISTOGRAM

(b) NORMALIZED DISTRIBUTION CURVE

It should be emphasized that the mean comsumption bracket can be obtained from br (x) by :

$$\bar{x} = \int_0^{\infty} x \cdot br(x)\, dx \qquad (2)$$

Since the product x. br(x) represents, in other words, the normalized contribution of the bracket x to the total energy consumption, the total energy may be written as :

$$A = S \cdot \int_0^{\infty} x \cdot br(x)\, dx \quad \text{KWH/month} \qquad (3)$$

Where, S is the total number of subscribers. Therefore, if an exponential distribution is adopted for br(x) as suggested, equation (3) takes the form :

$$A = S \cdot \alpha \qquad \text{KWH/month} \quad (4)$$

Distributions influenced by economic and psychological factors are generally skewed (2). By virtue of this fact and based on preliminary inspection, the total energy consumption distribution was assumed to take the form (1)

$$p(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-[fx(x)]^2/2} \cdot f'x \qquad (5)$$

in which $f(x) = \frac{Log(x) - a}{b}$

such that f(x) transforms a skew distribution into a normal one.

It was known that the distribution of the total energy may alternatively be expressed in terms of the bracket distribution parameter as (3) :

$$p(x) = \frac{x}{\alpha^2} e^{-x/\alpha} \qquad (6)$$

whose mean is very nearly 2 α and its standard deviation $\sqrt{2}\alpha$

3. TARIFF STRUCTURE IN EGYPT

The cost of the electric energy consumption for the residential communities in Egypt is calculated according to a certain tariff policy structured and updated by the Ministry of Electricity. The main feature of the tariff policy is to subsidize energy consumed by small consumers since they represent the low income people. The latest three tariff structures (in effect since 1980) are dipicted in Fig. (2).

DEVELOPMENT OF ELECTRICITY TARIFF IN EGYPT AND ITS IMPACT ON PROSPECTIVE SUBSIDY

H. ATTIA H. ANIS S. EL-SOBKI

Elect. Power Dept., Cairo University.

ABSTRACT

The electrical energy produced by power stations is sold to consumers at a rate (tariff) which must be satisfactory for both the utility and consumer. Normally, the utility would insure that the tariff is such that it not only recovers the total cost of energy production but also earns some profit on the capital investment. Here, in EGYPT, a third factor is accounted for and that is "subsidy" granted to subscribers with low income and also to some industries of strategic nature. The aim of this study is to determine the various elements needed to be considered when electricity tariff is set or updated, investigate the influence of those elements on tariff and finally seek a relation methodology which can be readily used by the utility to update tariff. This undertaking is directed initially towards residential and commercial consumers of electric energy.

Furthermore, the distribution of government-donated subsidy among the different energy consuming brackets of the society is also looked into. This paper shows that subsidy distribution has yet to be improved. Recommendations in this direction are given which aim at both improving the distribution pattern of electric energy subsidy and also approaching a realistic overall sale price of electric energy for domestic purposes.

1. INTRODUCTION

Over the past years, the electricity tariff structured by the government has had a main feature. The price of electricity falls well below the actual cost of energy production. transmission and distribution. This policy motivated by many socio-political considerations which are beyond the scope of this study meant that a large proportion of the true cost of electric energy is borne by the government which we refer to here as the "subsidy".

It is rightly said that the energy and electricity sector of the government is the most able to examine and hence control the fate of the subsidy and its distribution among the Egyptian people. This is so because this sector-in contrast to others - uses meters to monitor the flow of its commodity, i. e., electric energy.

This paper investigates the status of subsidy distribution and offers solutions to its improvement to be more suitable to the objectives and constraints of the Ministry of Electricity.

2. STATISTICAL MODELS OF ELECTRIC ENERGY CONSUMPTION

Two interrelated statistical distributions are considered, the frequency distribution of subscribers brackets and the freququency distribution of energy consumption. Data sheets listing the monthly energy consumption of various residential customers are provided by the Egyptian Ministry of Electricity. They list the number of subscribers in every consumption bracket. The brackets are ar-

plates gives results close to that obtained by experimental measurements. In some cases the differences between them could be regarded negligible.

10 — LITERATURES :

(1) N.N. RYKALIN *Berechnung* Der War Mevorgane - Beriaschweissen - 1957.

(2) Y. UEDA, T. MAEDA, T. YADA and R. KAMICWIKA-Studies on Deformation and Cracking in one Sided Weldig. The society of Naval Architects of J apan.

(3) AMERICAN WELDING SOCTETY. "Welding Hand Book". Fundamentale of Welding. Seventh Edition Vol. I.U.S.A. 1976-(221-244).

(4) D. SEFERIAN-The Metallurgy of Welding. London. 1962. (60-82).

(5) L. TALL - Residual Stresses in welded Plate - A Theoretical Study. International Conference. London. 1977.

(6) G. ELLNERT - welding Metallurgy Carbon and Alloy Steel. Vol. 2 Technology, 3rd Edition A WS. New York. 1967.

(7) E. BRATT and N BERME-Residual Stresses and Strain Energy in Butt Welds. British Welding Journal. December. 1966.

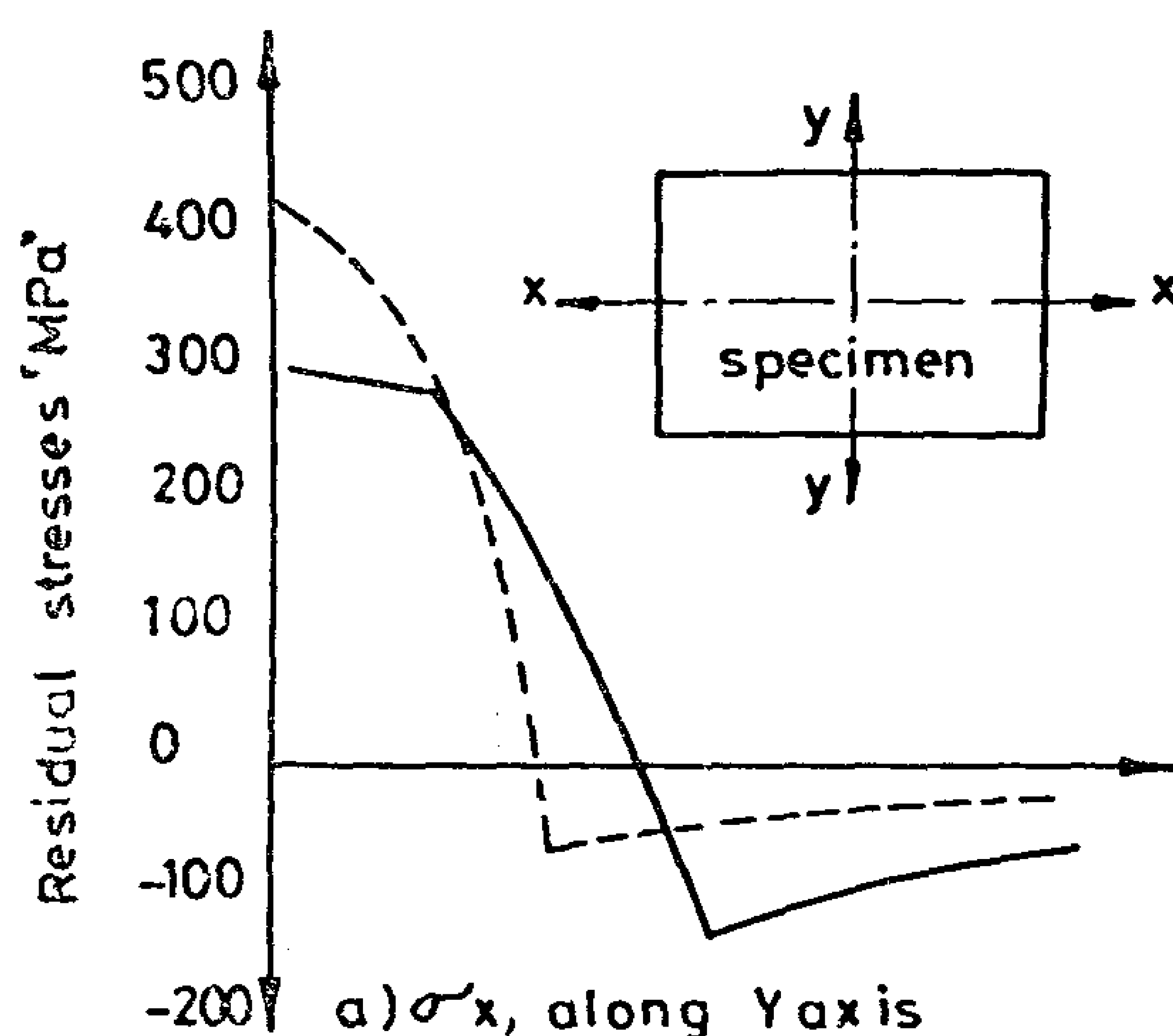
(8) K.C. ROCKEY, H.R. EVANS, D.W. GREFFITHS and D.A. NETWERCOT- The Finite Element Method- A Basic Introduction. London.

(9) C. ZIENKJEWICZO- The Finite Element Method in Engineering Sciece. Mc. Graw-Hill; 1971. (295 - 320).

8 — Comparison Between Analytical and Experimental Results:

Comparison between residual stresses distribution as computed by the F.E.M and as measured experimentaly are shown in Fig. 5. The computed residual stress distribution was simillar in shape to the experimental one and in some cases the differences between them could be regarded negligible.

In residual stresses calculation heat input was calculated approximately. The major factor which dominated the residual stress distribution is the heat in put.



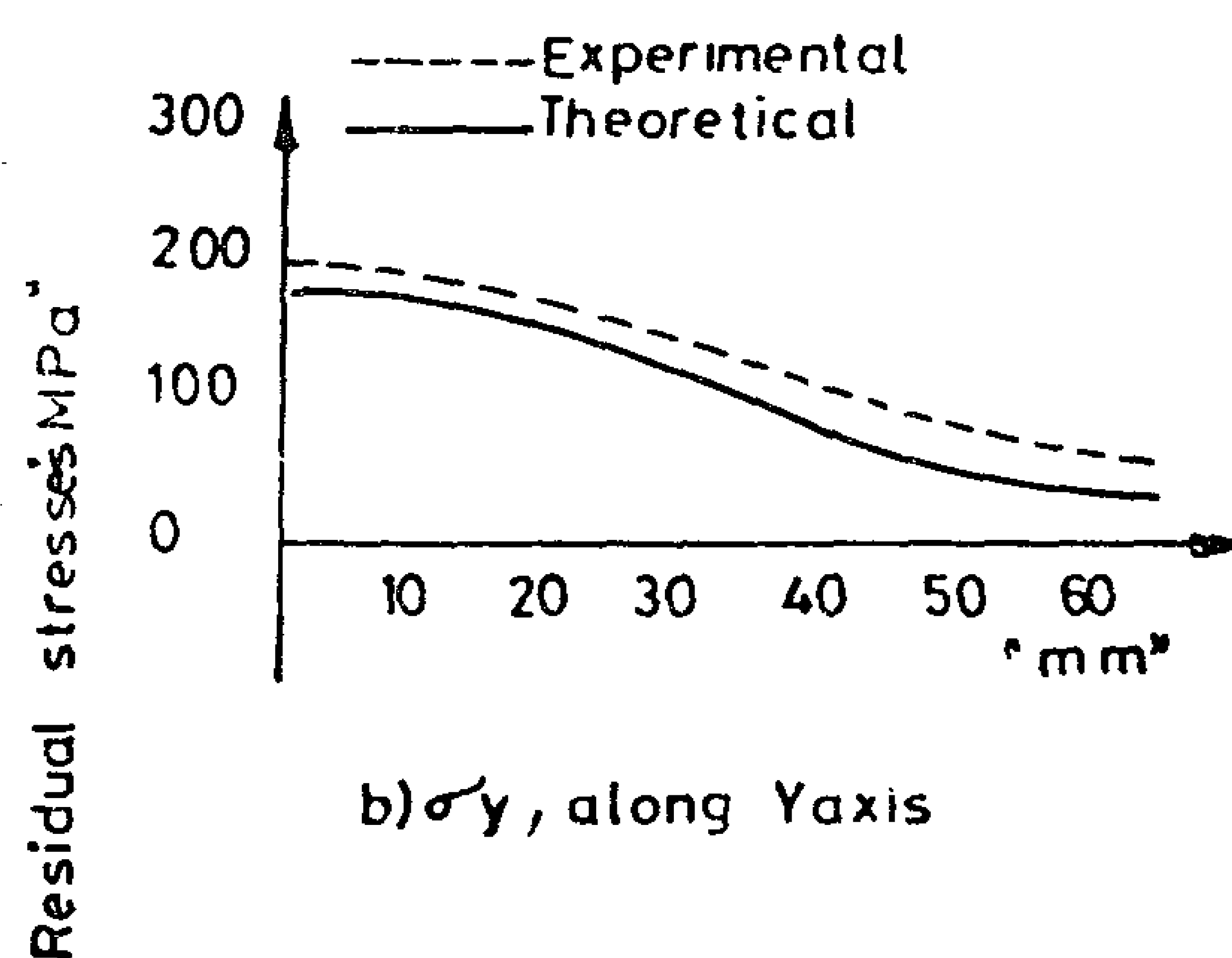


Fig.5. Theoretical and Experimental residual stress distribution.

The computation is carried out on the assumption that a yield strength of 310 MPa for all elements including base metal and weld metal in the model of analysis for F.E.M. Since the actual experimental measurement showed a yield strength of 400 - 500 MPa for the part of weld metal, this explains the difference between theoretical and experimental results obtained in some places in the vicinity of the weld. Where the thermal and residual stresses reach the yield point value only at and in the vicinity of the weld. The material at the weld is under a tensile residual stress with a magnitude greater than the yield point of the parent material, see Fig. 5a. In the theoretical calculation of residual stresses the problem has taken as two dimensional problem, the distributions of thermal and residual stresses in the thickness of welded plates is considered homogenous.

On the other hand, in the experimental work for residual stresses measurement, the measurement has performed with all function which influence on the valus of residual stress.

9 — CONCLUSIONS

The following conclusions may be drawn :

1 — Finite Element Method with the aid of Computer provides a powerful tool to make theoretical analysis of the transient and resulting residual stresses associated with welding.

2 — In general : the theoretical calculation for the determination of residual stresses distribution in welded

Accordingly; thermal stress can be expressed as follow;

$$\{\sigma th\} = [D]\{\varepsilon th\} \qquad (15)$$

By substituting ε_{th} from equation (13) in equating (15) then, thermal stress can be expressed as following:

$$\{\sigma th\} = [D][B]\cdot\{\delta^e\} - [D]\cdot\alpha T\cdot \Delta T \begin{Bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \end{Bmatrix} \qquad (16)$$

where

$$[D] = \frac{E}{1-V^2}\begin{bmatrix} 1 & V & 0 \\ V & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1-V}{2} \end{bmatrix} \qquad (17)$$

7 — Results of Residual stresses Determination

As has been mentioned in paragraph 4, for each time interval (5 — time intervals) the following results have been obtained.

1 — Princpal stresses to local coordinate system of the element given at the center of gravity for every element.

2 — Displacements are given for each node.

3 — Forces are given for each node.

4 — Stresses components are given at the center of gravity for each element and referred to the main cartesion coordinate system (X; Y Axises).

By such analysis the weld movement and thermal stress during welding can be studied also the model which was suggeted for the analysis by F.E.M is produced as a result of the calculation. This model is shown in fig. 4.

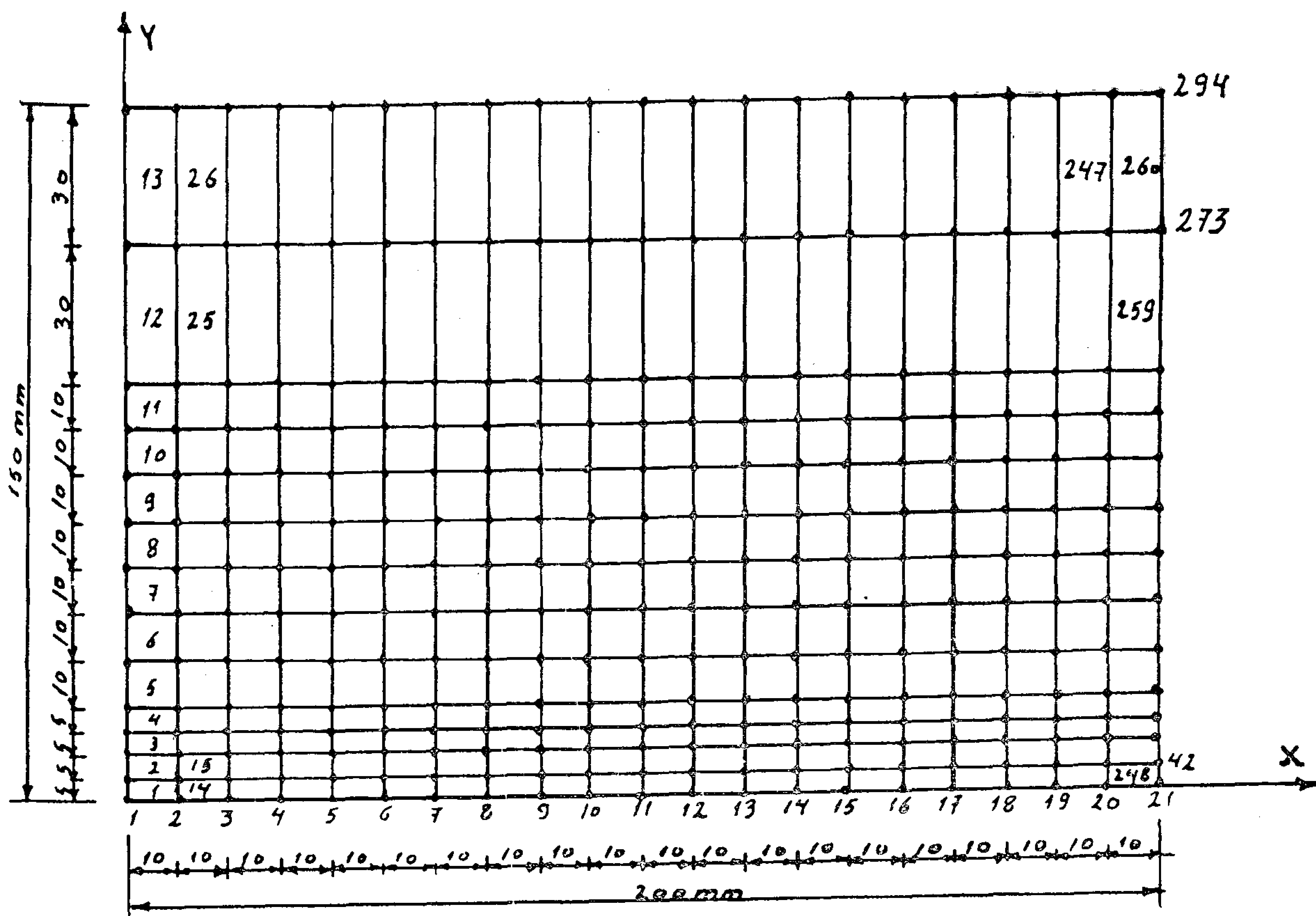


Fig. 4. Model for analysis by F.E.M.

each side of the rectangular element. Equation (4) in matrix form; will be :

$$\{\delta(x,y)\} = [F(x,y)]\{\alpha\} \quad (5)$$

By substituting the values of the nodel coordinates into equation (5) and then solvig for $\{\alpha\}$, equation (5) can be written in the following from.

$$\{\delta^e\} = [A]\{\alpha\} \quad (6)$$

Where $\{\alpha\}$ is the vector of the unknow coefficient of the polynomial given in equation (4). The unknown coefficients $\{\alpha\}$ are then obtained from equation(6).

ii) Strain.

The relationship between strain and displacement is given as follows.

$$\{\varepsilon(x,y)\} = \begin{Bmatrix} \varepsilon_x \\ \varepsilon_y \\ \gamma_{xy} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \partial u/\partial x \\ \partial v/\partial y \\ \partial u/\partial y + \partial v/\partial x \end{Bmatrix} \quad (7)$$

Where ε_x, ε_y are the direct strains and γ_{xy} is the shearing strain

On substitutig for $\{\alpha\}$, using equation (6), equation. (7) can be written as follow

$$\{\varepsilon(x,y)\} = [C][A]^{-1}\{\delta^e\} \quad (8)$$

or $$\{\varepsilon(x,y)\} = [B]\{\delta^e\} \quad (9)$$

where
$$[B] = [C][A]^{-1} \quad (10)$$

III) Thermal strain.

Temperature strain can be written in the same manner [1,9] as equation (7).

$$\{\varepsilon_T(x,y)\} = \begin{Bmatrix} \varepsilon_{xT} \\ \varepsilon_{yT} \\ \gamma_{xyT} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \alpha \cdot \Delta T \\ \alpha \cdot \Delta T \\ 0 \end{Bmatrix}$$

$$= \alpha \cdot \Delta T \begin{Bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \end{Bmatrix} \quad (11)$$

Accordingly; thermal strain can be calculated as follow.

$$\{\varepsilon_{th}\} = \{\varepsilon - \varepsilon_T\} \quad (12)$$

Where ε_{th} is thermal stress.

Using equation (9) and (11) equation (12) can be written as follow.

$$\{\varepsilon_{th}\} = [B]\{\delta^e\} - \alpha\ \Delta T \begin{Bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \end{Bmatrix} \quad (13)$$

iV) Thermal stress.

The state of stress σ (X, Y) at any point may be respresented by these components σx, σy ad τxy

$$\{\sigma(x,y)\} = \begin{Bmatrix} \sigma_x \\ \sigma_y \\ \tau_{xy} \end{Bmatrix} \quad (14)$$

Where σx, σy are direct stresses and τ_{xy} is the shearing stress. The corresponding strain components are given in equation (7). These stress and strain components are related by the [D] matrix where

$$\{\sigma(x,y)\} = [D]\{\varepsilon(x,y)\}$$

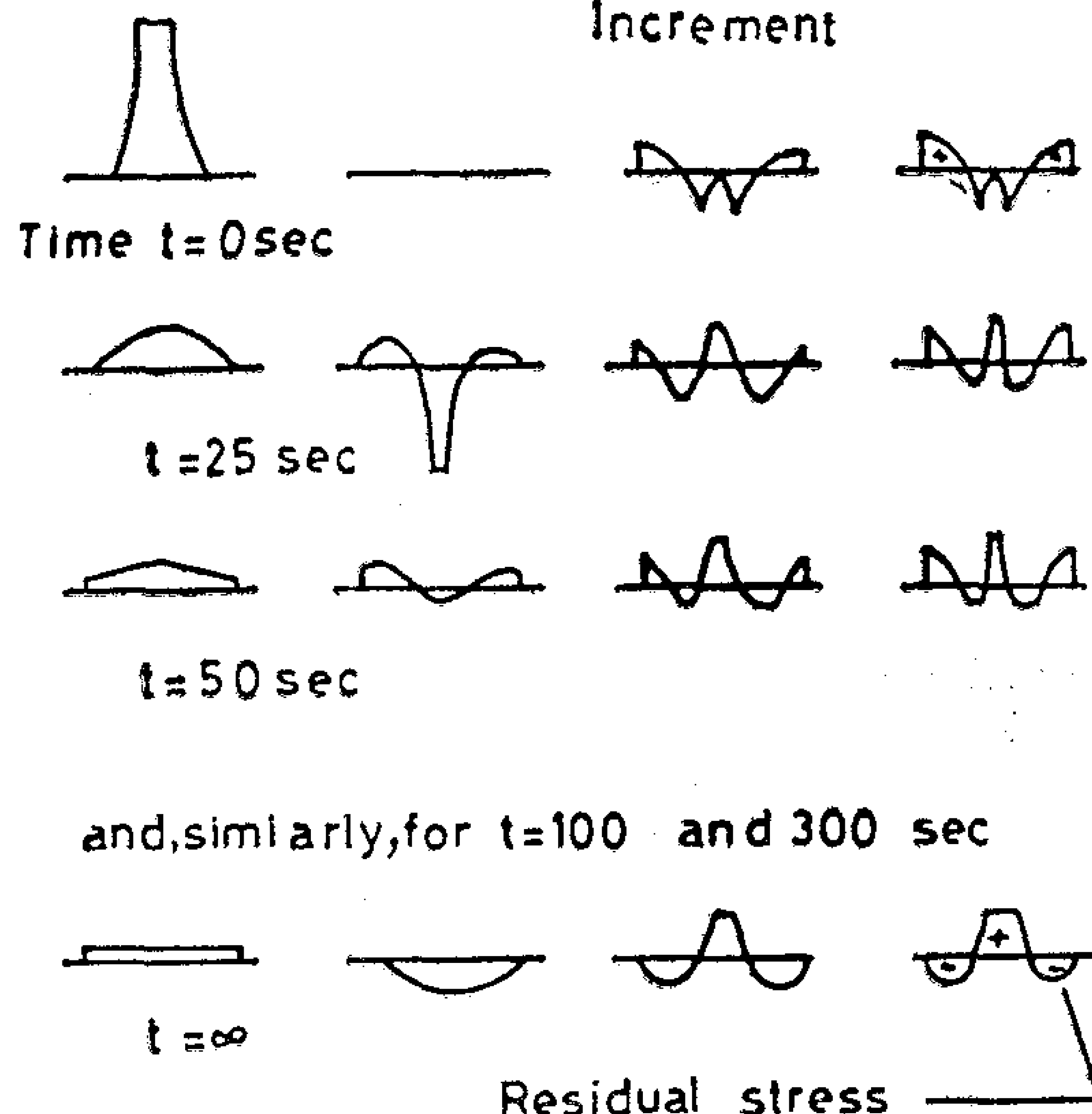


Fig-2 The formation of residual Stress

Each increment has its thermal stress added to that already calculated from the preceding steps. The temperature defining the properties of materials is that of the time interval not that of temperature increment. It should be noted that this investigation is concerned with two-dimensional residual stresses. It is assumed that the plates are thin [7] so that the variation of residual stress through the thickness will be homogenous.

6 — Thermal Stress Calculation by the Finite Element Method.

i) Displacement Function.

A rectanguler finite element shown in Fig. 3. is examined. Coordinates at point 1,2,3, and 4 are expressed, respectively as follow:

(X_1, Y_1) (X_2, Y_2) (X_3, Y_3) and (X_4, Y_4) and displacement at nodal point I will be expressed as follows.

$$\{\delta_1\} = \begin{Bmatrix} U_1 \\ V_1 \end{Bmatrix} \qquad (2)$$

U1 = Displacement in direction

V1 = Displacement in Y direction

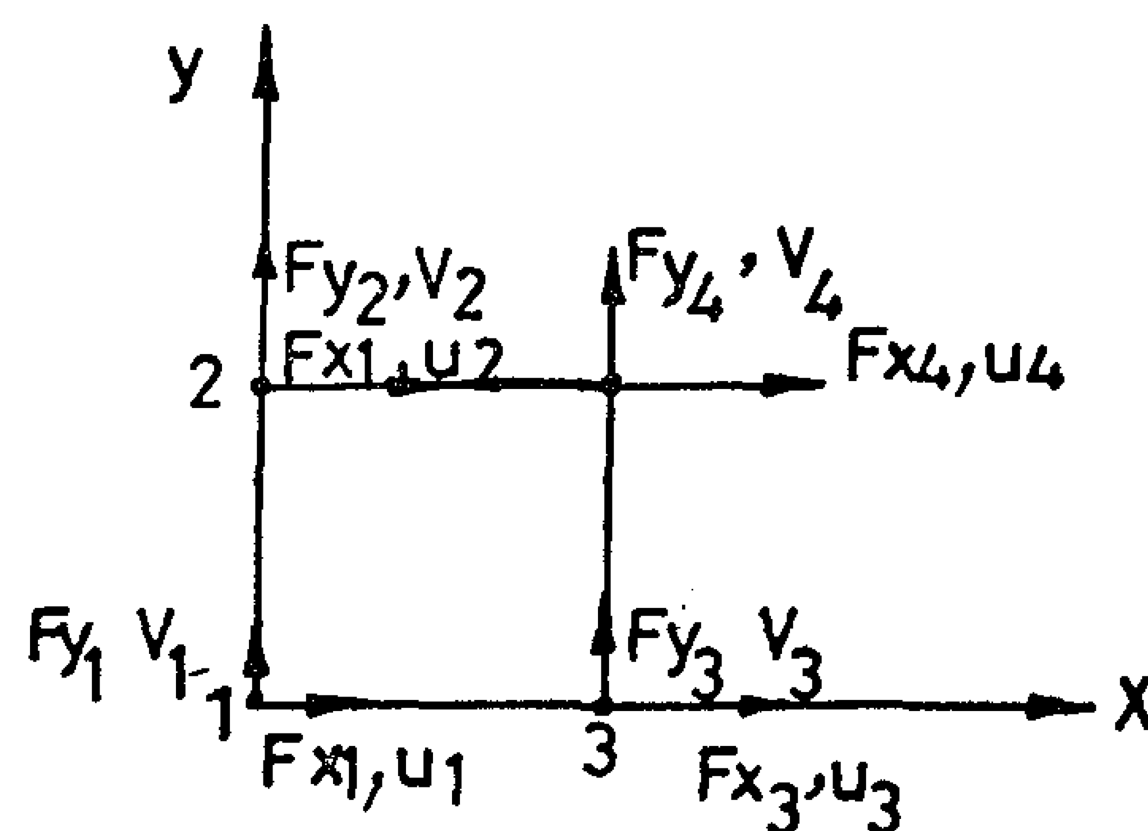


Fig .3 · Nodal displacement and forces in rectangular element.

The displacement at all verteces of the rectangular are expressed as shown below.

$$\{\delta^e\} = \begin{Bmatrix} \delta_1 \\ \delta_2 \\ \delta_3 \\ \delta_4 \end{Bmatrix} \qquad (3)$$

Since the element has eight degrees of freedom; eight unknown coefficients must be involved in the polynomial representig the displacement pattern [8] the displacement U & V can be expressed as.

$$U = \alpha_1 + \alpha_2 X + \alpha_3 Y + \alpha_4 XY$$
$$V = \alpha_5 + \alpha_6 X + \alpha_7 Y + \alpha_8 XY \qquad (4)$$

It may be noted that when X is a constant both U and V vary linearly with Y and similarly when Y is a constant both displacements vary linearly with X. The displacements thus vary linearly along

sumed to enter each plate on both sides of the weld.

Thermal conductivity, thermal diffusivity, specific heat and density of the material are taken as avarege value obtained from ref. [1,3,4.5].

3 — Physical properties at Elevated Temperatures

The thermal and residual stresses computation is dependent upon three parameters namely, yield point, Young's modulus of elasticity and the coeficient of linear expansion of the material. Fig. 1 shows the variation of these proparties with temperature for mild steel; Since these variations are so great for materials differing only slightly in chemical compositions and since the measurements are at elevated temperatures the matter which makes it difficult to get correct application of some values Consequently; the average value of the coefficient of linear expansion, Young's modulus of elasticity and yield stress which used for the purposes of this investigation are taken from [1,5,6].

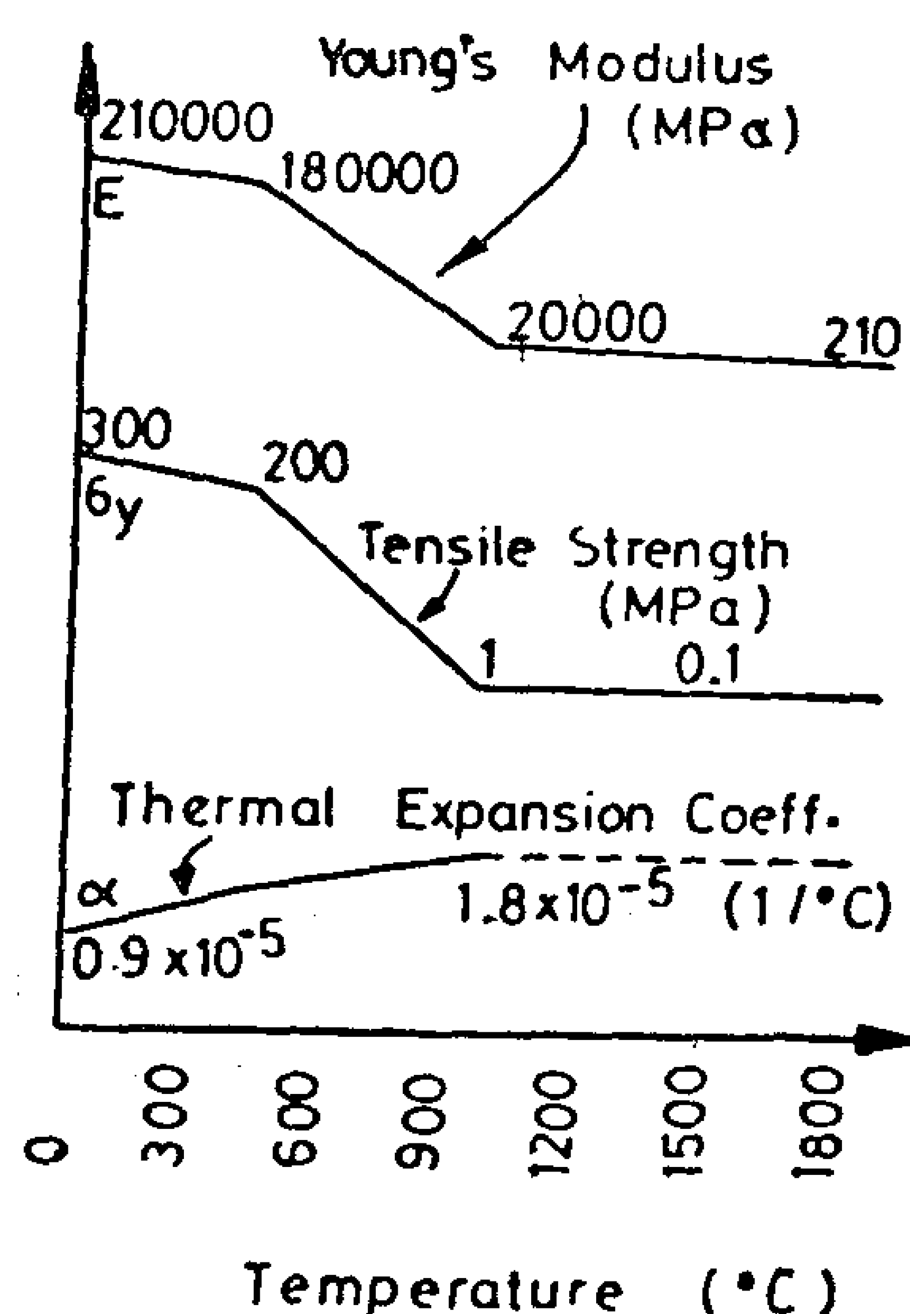


Fig 1. Change of mechanical properfis with temperature

4 — Method of Determination of the Thermal and Residual Stresses.

Thermal and residual stresses resulting in welded plates by a moving electrode are determined by using step-by-step method. For each step two analysis on temperature and stress field are necessary for the calculation of thermal residual stresses. In both analysis the basic equations are derived in the incremental forms on the assumption that the changes during a small incremnet of time are linear.

Equation (1) has to be firstly solved for the temperature distribuation. The time between onset of welding and end of cooling divided into sufficient intervals (0,25,50,100.200, and ∞) so that the temperature and thermal stress for each increment may be regarded as being constant.

After the onset of welding the time increments should be short at first and comparativety long for the time approaching infinity.

Starting with zero time the thermal stress is calculated for the initial temperature. The temperature increment for the next time interval is calculated and the thermal stress increment corresponding to it is determied. This thermal stress increment is added to that existing at zero time.

This step is repeated for each time interval until the last step.

The thermal stress at the last step will be that at the cooled temperature, i.e. the residual stress.

This method is shown pictorially in Fig. 2.

DETERMINATION OF RESIDUAL STRESSES IN WELDED PLATES WITH THE AID OF COMPUTER

By Ishak Shehata,.*

ABSTRACT

A method is presented for the calculation of thermal and residual stresses produced in plates due to welding. Since the distribution of the residual stresses is extremely complex in areas near the weld, it is very difficult to be determined analytically. Consequantly, the method of analysis is almost restricted to computer techniques such as Finite element or Finite difference methods.

Comparisons of the residual stress distribution are made with experimental results.

The accuracy of proposed method is limited by a knowledge of the variation of the material properties with temperature and by a knowledge of the heat losses during welding.

1 INTRODUCTION :

For many purposes it is desirable to be able to make a theoretical analysis of the transient and the resulting residual stresses associated with welding. Residual stresses due to welding are thermal stresses remaining when the material has cooled to ambient temperature.

The time between on set of welding and end of cooling is divided into sufficient intervals. The residual stresses resulting in welded plates can be calculated from the calculation of thermal stress of each time interval, based upon the knowledge of the temperature distribution as obtained from the equation existing in literatures [1], [2].

The method of residual stresses calculation is executed using finite element method with the aid of computer program.

2 — TEMPERATURE DISTRIBUTION

Two dimensional quasistationary temperature distribution by a moving line heat source can be expressed as follow [1], [2]:

$$T = \frac{q}{2\pi\lambda} \exp\left(\frac{v\,x}{2k}\right) k_o \left(\frac{v\,r}{2k}\right) \quad (1)$$

q = heat input per unit plate thickness, W/cm.

k_o = modified Bessel function of second kind zero order.

λ = thermal conductivity W/cm.k

v = velocity of welding rod cm/sec

k = $\frac{\lambda}{c\rho}$ = thermal diffusivity cm^2/sec

c = specific heat of material ws/g.°c

ρ = density of material g/cm^3

r = $\sqrt{x^2 + y^2}$

The temperature distribution may be obtained for center of the welded plates provided that half the heat input is as-

* 'Dr. Eng. Ishak Shehata, Suez Canal University, Faculty of Engineering, Ship Engineering Depatment, Port Said.

container and some masses beside it, which are aquivalent to the expected mass of water which will fill it. The second weighing is of the container with the water which has been delivered from the test measure, with some small difference weights necessary to restore the equilibrium of the balance. This procedure calibrates the delivery volume only. Simplified formulae are used which can be a good approximation of the exact formulae, if some precautions are made. The error reported with the approximate formulae is in the order of $1x\ 10^{-6}$ to $19\ x\ 10^{-6}$ depending on the precautions made. No computer program is reported with the procedure.

6. Conclusion

The proposed procedure gives more informations about the calibrated volumetric test measue. The containment and delivery volumes could be calibrated The computer program generates a comprehensive report covering the sequence of operations and solves the formulae used in computing the volumes. The factors affecting the computations of the volumes are accounted for in the program with an approximation in the order of not more than $8\ x\ 10^{-6}$

References :

[1] Commission of European Communities, "Interlaboratory comparison of small volumetric measures", BCR information, applied metrology, September 1982, EUR 8326 EN, Community Bureau of Reference.

[2] Pontius, P. E., "Realistic Uncertainties and the Mass Measurement Process", NBS, (U.S.), Monogr. 103, Aug. 15, 1967.

[3] Cameron, J. M. and Hailes, G. E. "Designs for calibration of small groups of Standards in the presence of drift" NBS (U.S.), Tech. Note 844, Aug. 1974.

[4] Bowman, H. A., and Schoonover, R. M., NBS Journal of Research, C. Engineering and instrumentations, vol. 71C p 182.

[5] H. Wagenberth and W. Blanke, Mitteilungen der Physikalish-Technishen Bundesantalt (PTB-Mitt) 6/71, pp 412-415.

equation (6) were computed for a 10 liter test measure at different seasons of the year. They were found to range from

$\pm 5 \times 10^{-3}$ to 8×10^{-2} ml 1.e in the order $\pm 5 \times 10^{-7}$ to 8×10^{-6}

depending on the variation of air density during the calibration. These terms were considered very close to zero under ordinary variation in air density so they were ignored.

4. **Computer program.**

A BASIC language computer program has been made which generates a comprehensive report covering the sequence of operations and solves the formulae mentioned. A flow chart as well as a sample of input sheet are shown

5. Procedure adopted by some other laboratories

In this procedure two weighings are carried out [1] . The first is of an empty

APPENDIX (1)

PROGRAM G

LINE

	WTS	DATE	TIME	CAPACITY	SCALE READING	
DATA	0.0	9/11/81	10	5 lit.	0.0	

	t_1	t_1	t_2	t_1 CORR	t_2 CORR	S.W.IN KG	α FOR VESSEL/C
DATA	22.4	22.4	22.4	0.0	0.0	50	4.77E-5

EMPTY

	TEMP. °C	PRESSURE mmhg	HUMIDITY %
DATA	24.4	763.8	66

	WTS IN G.	VOLUME	COEF. OF EXPAN.	ADDED WTS IN Mg	VOLUME
DATA	2649	341.568896	45 E-6	800	3.72093 E-2

TURNING POINTS

DATA	3.3	5.0	3.3	4.4	6.0	4.4	2.9	5.0	2.9	4.9	1.1	4.9

FULL

	TEMP. °C	PRESSURE mmhg	HUMIDITY %
DATA	24.6	763.8	66.5

	WTS IN G.	VOLUME	COEF. OF EXPAN.	ADDED WTS IN Mg	VOLUME
DATA	7651	986.539684	45 E-6	400	1.860451 E-2

TURNING POINTS

DATA	3.8	4.9	3.8	7.2	5.0	7.2	6.0	4.8	5.9	2.4	4.9	2.5

RESIDUAL

	TEMP. °C	PRESSURE mmhg	HUMIDITY %
DATA	24.6	763.8	65

	WTS IN G.	VOLUME	COFE. OF EXPAN.	ADDED WTS IN Mg	VOLUME
DATA	2653	342.084666	45 E-6	300	1.395349 E-2

TURNING POINTS

DATA	6.3	4.9	6.2	3.3	5.1	3.4	2.2	4.9	2.2	4.2	4.9	4.2

ronmental conditions. From this step equation (4) could be written as follows

$$A_3 = \left[(M_J - \rho_{a3} V_J) + (M_R - \rho_{a3} V_R)\right] - \left[M_3 - \rho_{a3} V_3\right] \quad (4)$$

where M_R and V_R are the mass and volume of residual water respectively

$$A_3 = \left(\frac{O_{23} - O_{13} + O_{33} - O_{43}}{2}\right) \frac{W_s}{O_{33} - O_{23}}$$

3. Formulae used.

V_c and V_R could be deriven from equations (1) to (4) as follows

$$V_C = \frac{A_2 - A_1 + M_2 - M_1 + \rho_{a1} V_1 - \rho_{a2} V_2 + V_J(\rho_{a2} - \rho_{a1})}{\rho_w - \rho_{a1}} \quad (5)$$

$$V_R = \frac{A_3 - A_1 + M_3 - M_1 - \rho_{a2} V_3 + \rho_{a1} V_1 + V_J(\rho_{a3} - \rho_{a1})}{\rho_w - \rho_{a1}} \quad (6)$$

$$V_D = V_C - V_R$$

The air density ρ_{ai} and water density ρ_w could be computed from the following equations ref. [4] & (5]

$$\rho_{a1} = \frac{464.56 B_1 - H_1(0.085\,594 T_1^2 - 1.8504 T_1 + 34.47)}{(T_1 + 273.16)\,10^6} \quad (7)$$

$$\rho_w = \rho \times 10^{-3}$$

$$\rho = 9.998\,395\,639 \times 10^2 + 6.798\,299\,989 \times 10^{-2} T_w - 9.106\,025\,564 \times 10^{-3} T_w^2 + 1.005\,272\,999 \times 10^{-4} T_w^3 - 1.126\,713\,526 \times 10^{-6} T_w^4 + 6.591\,795\,606 \times 10^{-9} T_w^5 \quad (8)$$

to correct the volumes to the reference temperature equation (9) is used

$$V = V_c\left[1 + \gamma(t_r - t_m)\right] \quad (9)$$

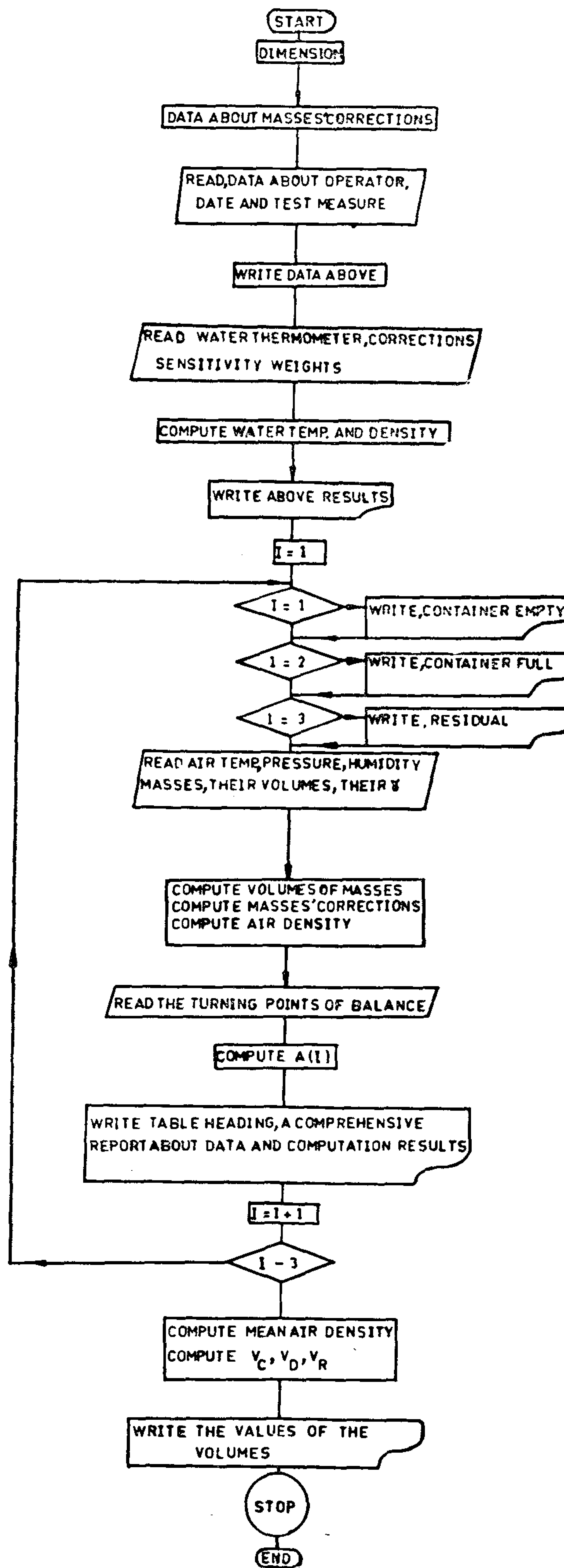
V Is the corrected volume

γ Coefficient of volumetric expansion of the material of the measure/°C

t_r, t_m Reference and test measure temperatures respectively °C

The terms $\frac{V_J(\rho_{a2} - \rho_{a1})}{\rho_w - \rho_a}$ in equation(5)and

$\frac{V_J(\rho_{a3} - \rho_{a1})}{\rho_w - \rho_a}$ in



proximate formulae used are found to be in good agreement with the exact ones when some experimental precautions are made. No computer program is reported with that procedure.

2. Gravimetric procedure

The general technique is to determine the mass of distilled water requirer to fill the test measure and the mass of water adhered to its inside walls after draining. From these two masses together with the water density, values of V_C, V_D and hence V_P could be obtained. The steps of calibration are carried as follows :

Step 1. Weighing the measure empty

The test measure is weighed against standard masses M_1. A double substitution weighing technique is used to minimize drift errors [2,3]. A numerical value of the apparent differesce in weights A_1 is obtained from the balance readings. Environmental conditions such as, air temperature T_1 °C, barometric pressure B_1 mm hg and relative humidity H_1 % are recorded before and after weighing to calculate air density ρ_{a_1}. From this step the following equations could be written

$$A_1 = (M_j - \rho_{a1} V_j) - (M_1 - \rho_{a1} V_1) \quad \text{gram} (1)$$

where

$$A_1 = \left(\frac{O_{21} - O_{11} + O_{31} - O_{41}}{2}\right) \cdot \frac{W_s}{O_{31} - O_{21}} \quad \text{gram} (2)$$

M_j Mass of the test measure empty

V_j Volume of the material of the measure

M_1 Value of masses used in weighing

V_1 Volume of masses M_1 used

O_{ji} Each is the mean reading of the balance pointer during the four weighings associated with each double substitution. in division.

W_s Value of sensitivity weights used in determining the division value of the balance

Step II. Weighing the measure full with distilled water.

The measure is filled with distilled water to the required point. The water should be stored near the measure and balance for at least 12 hours (overnight) before weighing, to get approximately the same temperture. Mix the water throughly to remove most of the thermal gradient which affects the density of water and expansion of measure, and also to get rid of any trapped air bubbles record water temperature T_w 2 . The filled measure is weighed again in the same manner against standard masses M_2 A numerical value of A_2 is obtained from the balance readings. Environmental conditions are recorded. From this step the following equation could be written.

$$A_2 = \left[(M_j - \rho_{a2} V_j) + (M_w - \rho_{a2} V_c)\right] - \left[M_2 - \rho_{a2} V_2\right] \quad (3)$$

$$A_2 = \left(\frac{O_{22} - O_{12} + O_{32} - O_{42}}{2}\right) \frac{W_s}{O_{32} - O_{22}}$$

where

Mw Mass of water contained in the measure ......gm

Vc The containment volume of the measure ......ml

Step III. Weighing the measure afetr draining.

Drain the water from the measure, holding it in the drain position for a certain interval of time. Reweigh the test measure recording M_3, A_3 and envi-

A Computer Software for Volumetric Calibrations Applied to Gravimetric Procedure

By

Dr. Sarwat Z. A. Zahwi

Summary

One of the main methods used to measure the volume of liquid quantities is by using vessels of standard volumes. These vessels are known as standard volumetric test measures. Standard volumetric test measures are used by Assay and Weights officials, Oil and Pipeline companies, Water Authority and other sectors dealing with volumetric liquid measurements.

A gravimetric procedure is used for calibrating these volumetric test measures. The procedure correlates the measurement of volumes with the standard of mass kept at the National Institute for Standards (NIS) through a double substitution weighing method. Complicated formulae are used to correct for the different factors affecting the results of calibrations.

This paper describes a BASIC computer program which has been developed to generate a comprehensive report covering the sequence of operations used to assign volume values to standard volumetric test measures. The computation of various factors affecting the calibration results is accounted for in this program with the minimum approximation for the formulae used. A brief descrip- of the procedure of calibration is shown. Both the procedure and program are proposed to be adopted by NIS. Comparisons with other procedures used by other laboratories are also discussed.

1. Introduction

A gravimetric procedure is proposed and adopted by N.I.S. for the calibration of volumetric measures. The procedure determines both the containment volume V_C and the delivery volume V_D The containment volume is the volume required to fill the measure to a certain level delivery volume is the volume which may be poured from the measure, after filling it to the level mentioned, under specified conditions. The two volumes differ by the amount of residual liquid V_E sticking to the walls of the measure

The computer program gives the values of V_C, V_D, and V_R at both the test and reference temperatures. The program also accounts for the corrections that may be found in the standard masses used in weighing. In brief the program generates a comprehensive report covering the sequence of operations and solves the formulae used to assign volume values to the standard test measures.

A different procedure for obtaining the delivery volume only, is used by some other standard laboratories [1]. Approximate formulae are used with that procedure to compute the volume. The ap-

* National Institute for Standandards (NIS) Academy of Scientific Research and Technology, Egypt.

INDUSTRY & PRODUCTION

INST. OF MECHANICAL ENGINEERS
INST. OF ELECTRICAL ENGINEERS

3. Hathoot, H., «Minimum-Cost Design of Horizontal Pipelines», J. Transportation Engrg. Div., Proc. ASCE, May, 1984. pp. 382-389.

4. Hathoot, H., «Optimum Design of Irrigation Pipelines», Bul. International Commission on Irrigation and Drainage (ICID), Vol. 29, No. 2, July, 1980. pp. 73-76.

5. Moody, L., «Friction Factors for Pipe Flow», Trans. Amer. Soc. of Mech. Engineers, 1944, pp. 761-684.

6. Swamee, P., and Jain, A., «Explicit Equations for Pipe Flow Problems» J. Hyd. Div., Proc. ASCE, May, 1976, pp. 657-664.

7. Vennard, J., and Street, R., «Fluid Flow in Pipes», **Elementary Fluid Mechanics**, 5 th ed., Wiley, New York, 1976, pp. 379-463.

APPENDIX II : NOTATION

The followiny symbols are adopted for use in this paper:

- A constant defined by Eq. 2;
- B quantity defined by Eq. 3;
- C constant;
- C_1 levelized net annual cost of pipes per unit weiht of pipe material;
- C_2 levelized net annual cost of pumping energy per watt;
- D pipe diameter;
- E factor represeting the overal efficiency of each pumping unit;
- F quantity defined by Eq. 8;
- f pipe friction factor;
- g acceleration due to gravity;
- K_{tu} total cost per unit length of pipeline;
- Q discharge;
- $\in$ absolute roughness of pipe;
- $\phi(D)$ quantity defined by Eq. 9;
- γ specific weight of liquid; and
- γ_p specific weight of pipe material

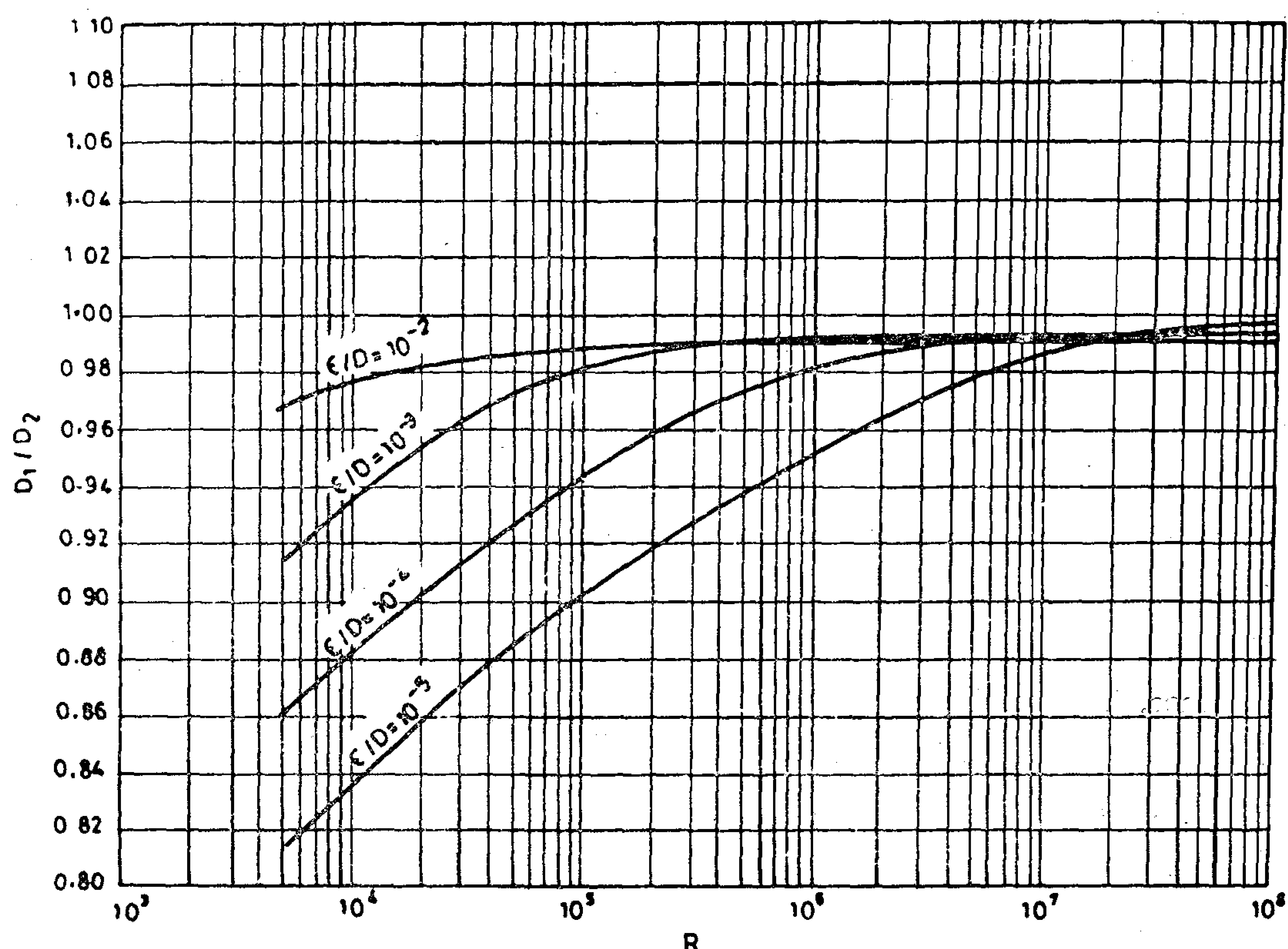


FIG. 1- DIAMETER RATIO VERSUS REYNOLDS NUMBER

From Fig. 1 it may be easily seen that diameters according to be minimum-cost design equation are always larger than those according to the old design equation. For the same Reynolds number the diameter ratio D1/D2 is larger for larger relative roughnesses. This behaviour changes at high Reynolds numbers.

CONCLUSION :

The pipe diameter according to the minimum-cost design formula is larger than that according to an old formula in which the friction factor f is considered as a constant.

For small Reynolds numbers and small relative roughnesses, the difference between pipe diameters according to the old and minimum-cost formulas may exceed 18.5%. At higher Reynolds numbers and relative roughnesses differences decrease. At Reynolds numbers between 10^7 and 10^8 differences between pipe diameters are in the order of 0.9%.

APPENDIX I : REFERENCES

1. Albertson, M., Barton, J., and Simons, D., **Fluid Mechnics for Engineers**, Prentice Hall, New York, 1960.

2. Daugherty, R., and Ingersoll, A., «Steady Flow of Incompressible Fluids», **Fluid Mechanics with Engineering** Applications, 5th ed., Mc-Graw-Hill Co., New York, 1954.

For a minimum-cost design, differentiation of K_{tu} with respect to D should equal zero. Differentiating, both sides of Eq. 4, equating to zero, and solving for D, it follows that:

$$D_1 = \left[\frac{20 f_1}{\pi^3}\right]^{1/7} \left[\frac{C_2 \gamma Q^3}{C C_1 g E \gamma_p}\right]^{1/7} \quad (5)$$

in which D_1 is the design pipe diameter taking into account a constant value of the friction factor, f_1

CONSIDERATION OF THE FRICTION FACTOR AS A VARIABLE

Equation 4 represents the total cost of pipeline per unit length. In fact the friction factor f is a variable depending upon the relative roughness and Reynolds number as well(7).

For turbulent flow, the friction factor f, according to Swamee and Gain(6) is given by :

$$f = \frac{1.325}{\left\{\ln\left[\frac{\epsilon}{3.7D} + \frac{5.74}{R^{0.9}}\right]\right\}^2} \quad (6)$$

Substituting for f (3) from Eq. 6 into Eq. 4, differentiating with respect to D, equating to zero and rearranging, it follows that :

$$D_2 = F^{1/7} \cdot \left[\frac{-1 + \left[\frac{10.905}{R^{0.9}\,\phi(D_2)}\right] + 2.5 \ln\phi(D_2)}{\left[\ln\phi(D_2)\right]^3}\right]^{1/7} \quad (7)$$

in which

$$F = \frac{10.6\, C_2 \gamma Q^3}{\pi^3 C C_1 g E \gamma_p} \quad (8)$$

and

$$\phi(D_2) = \frac{\epsilon}{3.7 D_2} + \frac{5.74}{R^{0.9}} \quad (9)$$

Therefore Eq. 6 may take the following form :

$$f_2 = \frac{1.325}{[\ln\phi(D_2)]^2} \quad (10)$$

Accordingly,

$$\ln\phi(D_2) = -\left[\frac{1.325}{f_2}\right]^{1/2} \quad (11)$$

and hence,

$$\phi(D_2) = e^{-\left[\frac{1.325}{f_2}\right]^{1/2}} \quad (12)$$

From Eqs. 8,9 and 12 the minimum-cost pipe diameter may be given by:

$$D_2 = \left[\frac{10.6}{\pi^3}\right]^{1/7} \cdot \left[\frac{C_2 \gamma Q^3}{C C_1 g E \gamma_p}\right]^{1/7} \cdot \left[\frac{-1 + \frac{10.905}{R^{0.9} e^{-\left(\frac{1.325}{f_2}\right)^{1/2}}} - 2.5(1.325/f_2)^{1/2}}{-(1.325/f_2)^{3/2}}\right]^{1/7} \quad (13)$$

EVALUATION OF THE MINIMUM-COST DESIGN FORMULA

It is of practical interest to investigate the effect of considering the friction factor f as a variable on pipeline designs. Dividing Eq. 5 by Eq. 13, and rearranging:

$$\frac{D_1}{D_2} = 1.14 \left[\frac{(f_1/f_2)(1.325/f_2)^{1/2}}{1 + 2.5\left(\frac{1.325}{f_2}\right)^{1/2} - 10.905/\left[R^{0.9} e^{-\left(\frac{1.325}{f_2}\right)^{1/2}}\right]}\right]^{1/7} \quad (14)$$

In Fig. 1 is shown the diameter ratio D1/D2 plotted versus Reynolds number for various pipe relative roughness. It is worthy to note that values of f_1 are considered to be those of the wholly turbulent on zone on Moody diagram(5) since in that zone f_1 is constant.

EVALUATION OF A PIPELINE DESIGN FORMULA

By

Dr. Helmi Mohammad Hathoot*

ABSTRACT:

In an earlier paper the author presented a design formula for horizontal pipelines with equally spaced similar pumping units. The formula was based on hydraulic and economic considerations and was suitable for application to all turbulent flow regimes.

In this paper, the author presentes an evaluation study on the design formula mentioned above. The results according to an old design formula, which considers the friction coefficient f to be a constant, and those according to the minimum - cost design formula, are plotted and put side by side for comparison.

It is found that pipe diameters according to the old formula are always smaller than those according to the minimum-cost formula, the difference being some times more than 18.5%.

INTRODUCTION

In designing a horizontal pipeline of minimum cost some factors should be taken into account. Among the most important of these factors are the initial investment cost of pipes and pumps, the annual operating and maintenance costs for the life of the pipes and pumps, and the salvage value of the pipeline(1).

For a horizontal pipeline with equally spaced pumping units, an optimum design exists for which the total annual cost of pipes and energy is a minimum(4).

CONSIDERATION OF THE FRICTION FACTOR AS A CONSTANT

In a previous investigation (2) the total annual cost per unit length of a pipeline was given by :

$$K_{tu} = AD^2 + \frac{B}{D^5} \qquad (1)$$

in which D is the pipe diameter, and A and B are considered to be constants.

The constant A may be given by the following (3) :

$$A = \pi C C_1 \gamma_p \qquad (2)$$

where C is a constant, C1 is the levelized net annual cost of pipes per unit weight of pipe material, and γ_p is the specific weight of the pipe material. The quantity B may be written as (3) :

$$B = \frac{8 C_2 f \gamma Q^3}{\pi^2 g E} \qquad (3)$$

in which C2 is the levelized net annual cost of pumping energy per watt, f is the friction coefficient, γ is the specific weight of the fluid, Q is the discharge and E is a factor representing the overall efficiency of each pumping unit.

Substituting for A and B from Eqs. 2 and 3 into Eq. 1 it follows :

$$K_{tu} = \pi C C_1 \gamma_p D^2 + \frac{8 C_2 f \gamma Q^3}{\pi^2 g E D^5} \qquad (4)$$

* Associate Professor of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Alexadria, Hadara, Alexandria, Egypt.

REFERENCES

1. Attia, F.A.R. «Characteristics of the Groundwater Reservoir in Upper Egypt». MSC. Thesis, Cairo Univ. 1974.

2. Attia F.A.R., A.M. Amer., and K. efny. «Groundwater Conditions In Upper Egypt After The Constrution of The HAD» Proc. of the Intern. CConf. On «Water Resources Development in Egypt». Cairo, Egypt, 1983.

3. Bear, J. Hydraulics Of Groundwater». McGraw-Hill Series in Water Resources and Env. Eng., 1979.

4. «Water Management Capabilities Of The Alluvial Aquifer System Of The Nile Valley». Water Master Plan For Water Resource Develop., Ministry Of Irrigation, Egypt, 1980.

5. Wilson, J.L., Townley, L.R., and Sa Da Costa, A. «Mathematical Development And Verication Of A Finite Element Aquifer Flow Model, AQUIFEM-1». Technology Adaption Program, Rep. No. 79-2 and Techn. Rep. No. 248. Ralph M. Parsons Lab. For Water and Wydrodynamics, MIT, 1979.

6. Data Base Of the «Research Institute For Groundwater», Water Research Centre, Ministry of Irrigation, Cairo, Egypt.

Fig (7) Distribution Of The Seepage Flow Component Along The Nile Course In The Nile Valley.

6. Discussion Of Results

From the previous sections, the following can be concluded :

6.1 Transmissivity of the aquifer is maximum along the middle of the valley, decreasing towards the valley fringes and the river channel. Maximum values of aquifer transmissivity are found in Minia and Assiut governorates (about 17000 m^2/day); while minimum values occur in Aswan and Qena governorates (2400 m^2/day).

6.2 Distribution of groundwater heads indicates that the general pattern of groundwater flow is of lateral direction, towards the river, and considerably from the valley fringes near the newly reclaimed areas towards the valley. Longitudinal groundwater flow seems to be of minor magnitude.

6.3 Net leakage to the aquifer (Qn) ranges from $3x10^{-3}$ m/day to - $4x10^{-4}$ m/day. High leakage occurs usually adjacent to the river course, where groundwater heads drop greatly, and along main canals, where high rates of seepage to the clay silt occur. Negative values of leakage generally occur along main drains, where water table elevation drops greatly and near valley fringes adjacent to reclaimed areas, where groundwater underflow takes place, thus increasing local groundwater heads. The average daily regional net leakage to the aquifer lies between 0 and $5x10^{-3}$ m/day, and the annual total amounts $182x10m^3$.

6.4 Groundwater flow occurs from the aquifer to the river except for limited reaches, upstream the main barrages where the flow reverses its direction. The daily average return flow from the groundwater to the river amounts about 4952. $7x10^3$ m^3/day, seepage from the river being 30. $8x10^3m^3$/day; with a net gain to the river amounting 4921. $9x10^3$ m^3/day, or $1796x10^6$ m3/year.

Acknowledgments

This study was sponsored by the Research Institute for Groundwater, Research Center. The authors appreciate very much the help and advices of Dr. M. Abu Zeid, Chairman of WRC and Dr. K. Hefny, Director RIGW.

K'_v = vertical hydraulic conductivity of the clay-silt cap, m/day;

Δh = difference between water table elevation and groundwater head, m.; and

B' = saturated thickness of the clay-silt cap, m.

Figure 4 represents the distribution of the net leakage (Qn) as computed by Eq. (2).

5. Identification Of The Nile Valley Aquifer :

The model is calibrated against the available average annual groundwater heads of 1982 under steady-state conditions. Results are found to be comparable within $\pm$ 25 cms. As a result of model calibration, the geographic distribution of the main parameters of the groundwater system are mapped. Figures 5, 6, and 7 represent the aquifer transmissivity groundwater heads and groundwater flow to the Nile. These figures, together with figure 4, are the bases for the identification of the Nile valley aquifer.

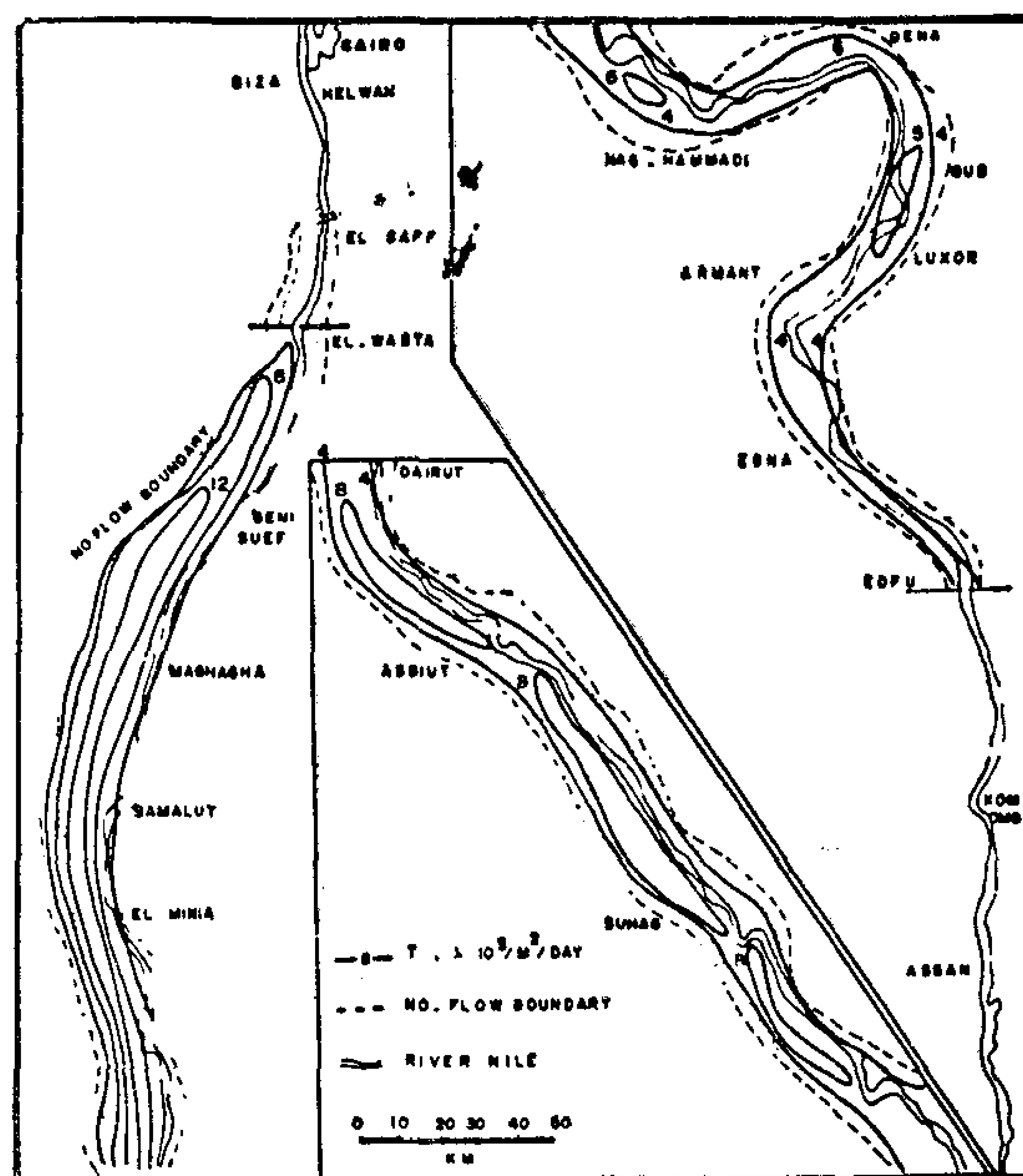


Fig (5) Distribution Of The Transmissivity Of The Nile Valley Aquifer AQUIFEM.I

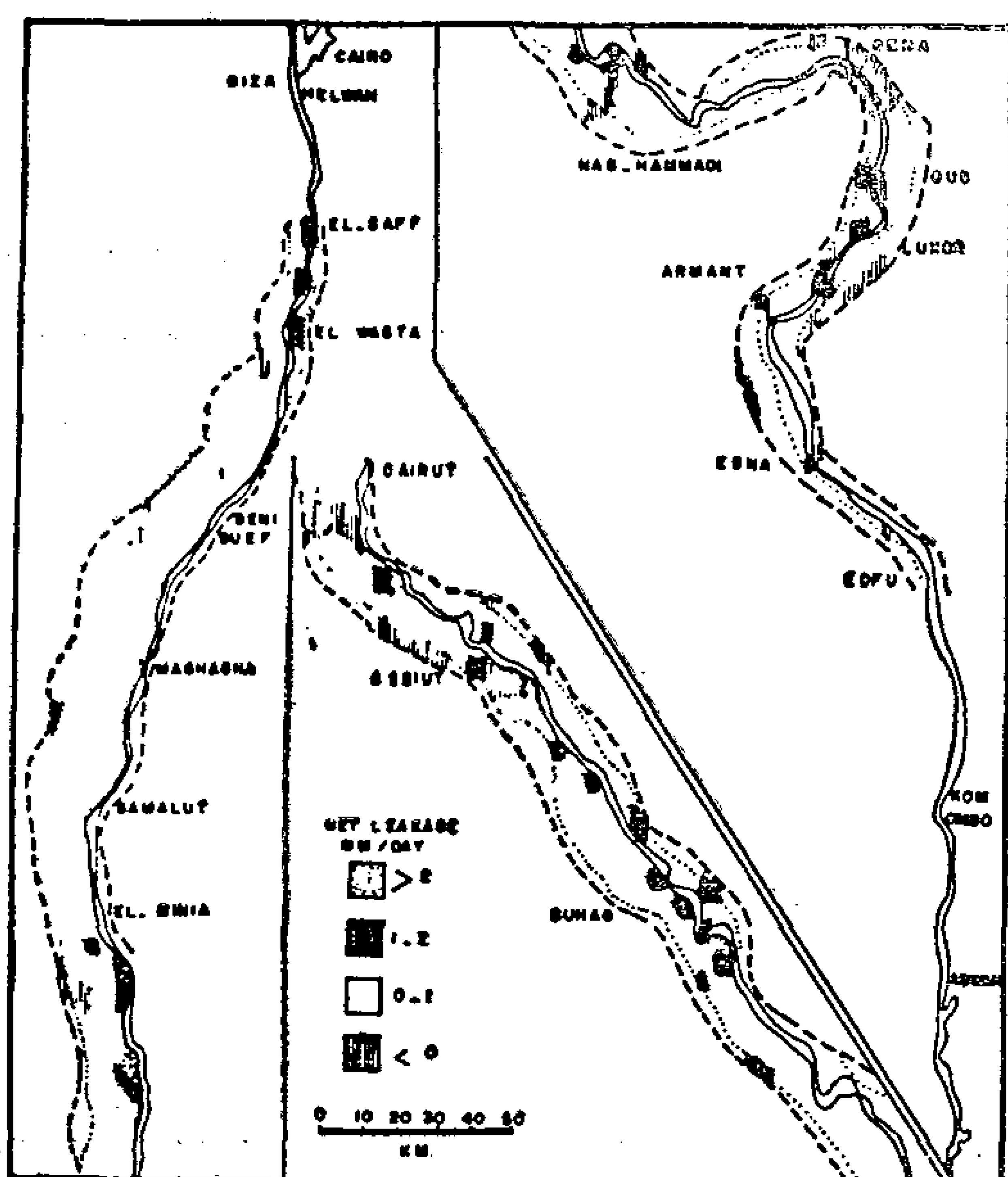


Fig.(4) Distribution Of The Net Leakage To The Aquifer (AQUIFEM.I).

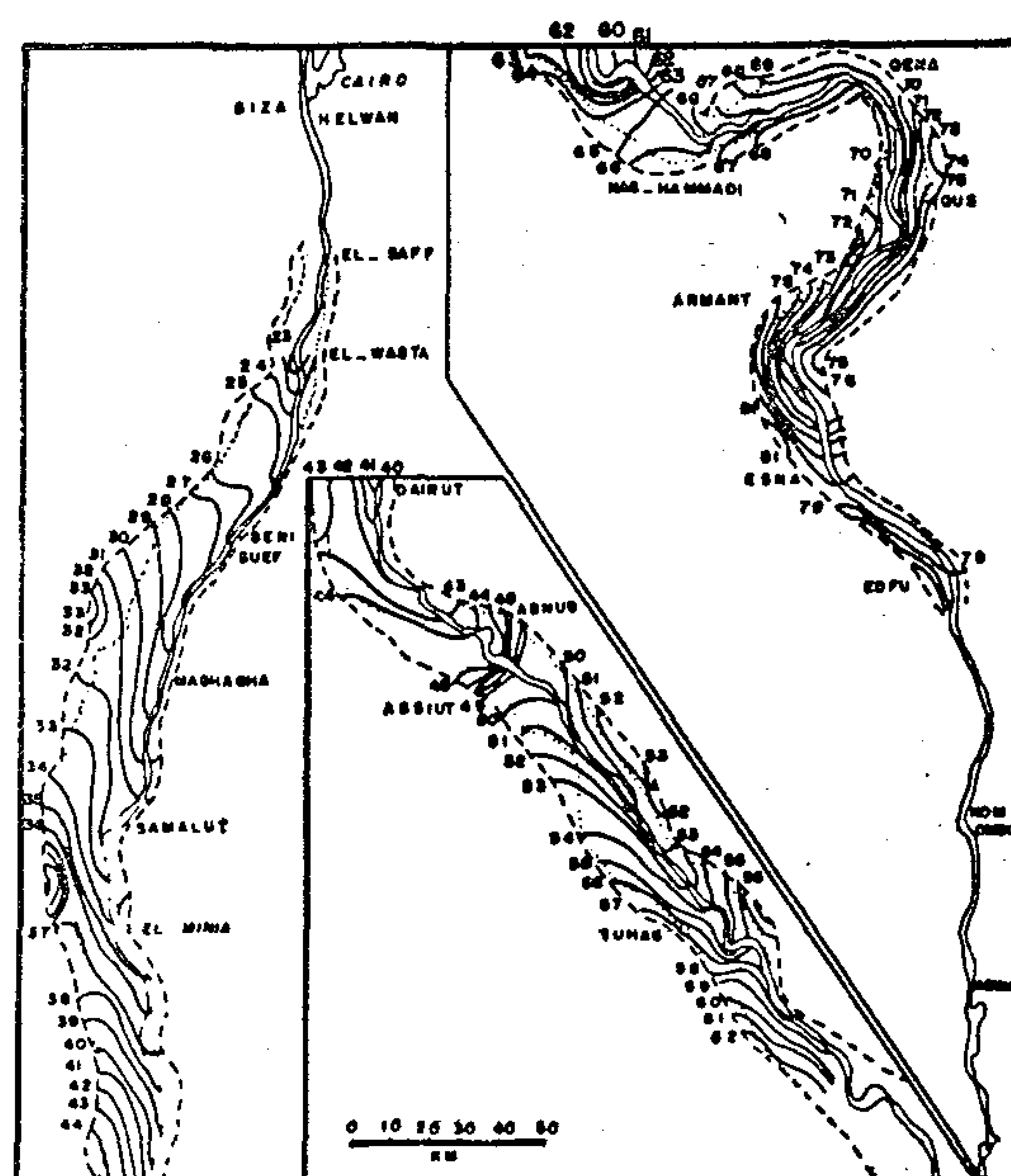


Fig (6) Distribution Of Groundwater Piezometric Head In The Nile Valley (AQUIFEM I)

Fig. 13 : FINITE ELEMEMENT GRID OF THE NILE_VALLEY

i) the Nile course is considered a 3rd type (mixed) boundary along which water levels, surface width and aquifer permeability are supplied at each node point;

ii) eastern and western boundaries of the aquifer together with the lines distinguishing phreatic and leaky aquifers are supplied with continuous lines of nodes; and.

iii) upstream and downstream boun: daries of the area (artificial boundaries) are considered 1st type (constant head) boundaries, being of minor hydrogeologic effect on the regional flow of groundwater (1).

4.2 Initial Conditions :

i) Data concerning the geometry and hyraulic parameters of the aquifer (B,K, ϕ) are interpreted from available information (6) and supplied to the model by node or element.

ii) Net leakage to the aquifer (Qn), which represents the difference between the downwards vertical percolation (recharge) and the discharge components (groundwater pumpage + evaporation by capillarity) is determined at several locations using tpe following equation :

$$Q_n = K'_v \frac{\Delta h}{B'} \qquad (2)$$

where

Q_n = net vertical leakage to the aquifer, m/day;

where Tx (x, y), and Ty (x, y) are the transmissivity of the aquifer in the x and y directions, respectively; S is the storage coefficient; the piezometric head; and Qn is the rate of net inflow to the aquifer at a certain time t.

For semi-confined (leaky) aquifers, the storage coefficient is given by elastic storativity S, and the transmissivity components are given by T = KB, where B is the thickness of the aquifer. Eq. (1) for this case is linear in the piezometric head . In a phreatic aquifer, the transmissivity is a function of the water-table head and time; and then, Eq. (1) for this case becomes non-linear in the piezometric head . The storage coefficient is given by S = Sy (specific yield). Adopting the Dupuit approximation for the case of a phreatic aquifer, the flow in the aquifer is considered horizontal.

Three types of boundary conditions for equation (1) are generally encountered for solution :

i) First type or prescribed piezometric head (Φ), is given by :

$\Phi = \Phi$ (x,yt) and may represent a water body that fully penetrates the aquifer.

ii) Second type, or prescribed flux, is proportional to the first derivative of head across boundary with net inflow per unit length Qs (L^2/t); and is given by:

$$Q_s(x,y,t) = -[T_x \ (\delta\phi/\delta x).\ n_x] + [T_y\,(\delta\phi/\delta y)\ n_y]$$

where n x and n y are the x and y components of the unit inward-pointing normal vector (n) on the boundary. It may be applied either when there is lateral flow between the aquifer domain and a horizontally adjacent area, or when there is no such flow.

iii) Third type, defines a relationship between the head outside the aquifer and the flux across the boundary, it is given by :

$$-T_x\ (\delta\phi/\delta x).n_x + T_y\,(\delta\phi/\delta y).\,n_y = (K''W''/B'')\ (\phi_3 - \phi)$$

where the right-hand side represents the net inflow per unit length due to a known head $\Phi 3$ outside the aquifer. Conceptually, K'' is the equivalent hydraulic conductivity of a leaky zone which has an effective depth (in the direction of leaky inflow). This boundary is used to represent a water body partially penetrating the aquifer.

For transient flow conditions, Eq. (1) requires for solution in addition to the boundary conditions, an initial condition which specifies the piezometric head at time t=t o, in the form $\Phi = \Phi_o$ (x,y,t). The initial condition may be either a stead state solution of Eq. (1) or a previously given transient Solution.

4. Simulation Of The Nile Valley Aquifer

The area under investigation (figure 1) is discretized into 640 elements (418 node points), as shown in figure (3).

4.1 Boundary Conditions :

The simulated boundaries of the region are as follows.

sink to the groundwater along most of its course and a minor source of recharge to the aquifer at few locations.

The irrigation canals cut in the clay-silt cap only. Seepage from the irrigation distribution system together with deep percolation from applied irrigation water, unless intercepted by drains, contitute the main sources of recharge to the aquifer. On the other hand, groundwater pumpage together with groundwater evaporation by capillarity are sources of dischage from the aquifer.

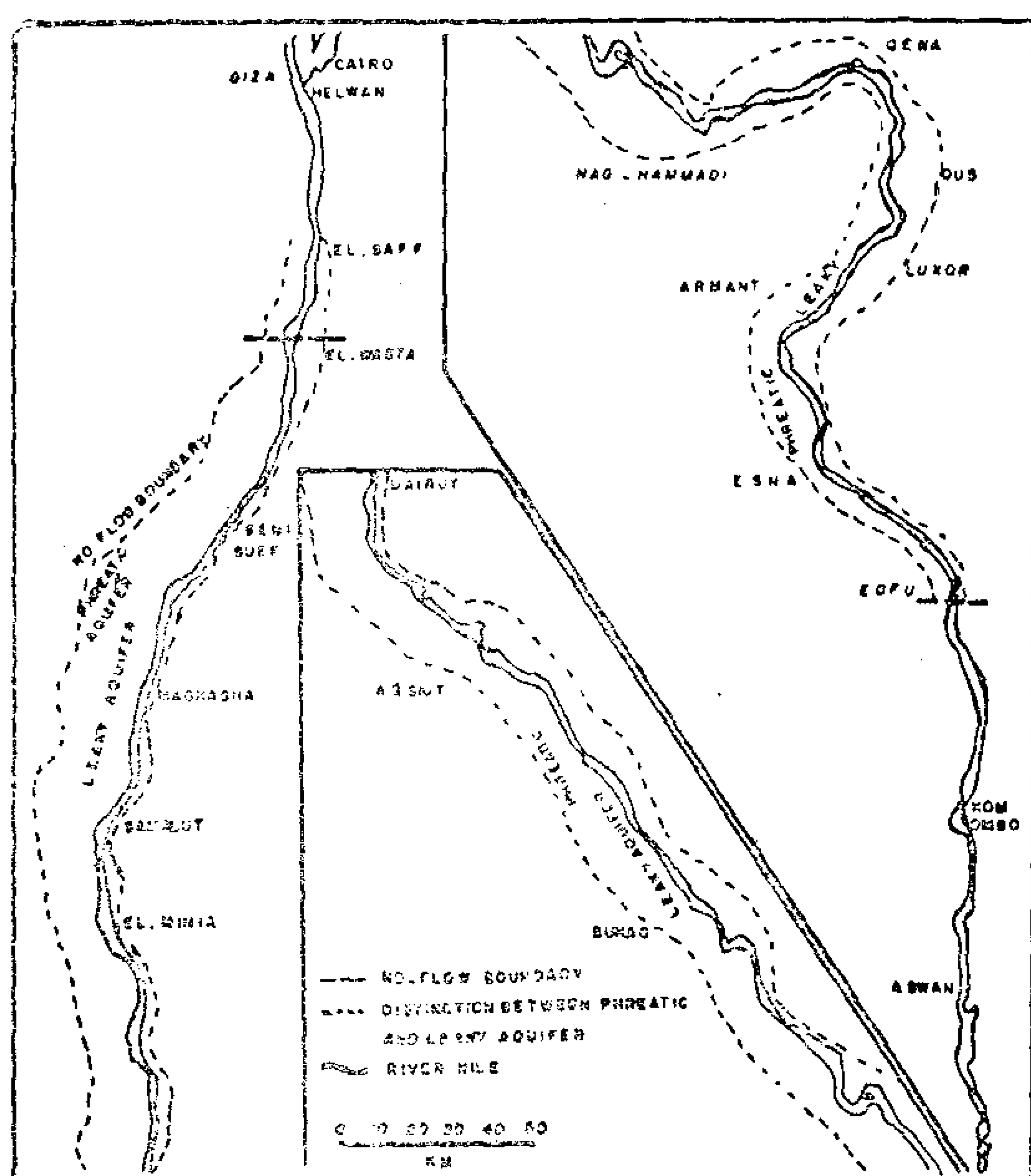


Fig (1) Location And Boundary Conditions Of The Groundwater System In The Nile Valley

3. Simulation Model (AQUIFEM-1)

AQUIFEM-1 (Aquifer Finite Element Model - 1 Layer) simulates a two-dimensional, horizontal aquifer of large areal extent receiving a distributed vertical accretion from an overlying semi-confining layer (5). The flow is described by equation (1), which is the governing flow equation for a twodimensional horizontal flow in non-homogeneous, anisotropic aquifer (3).

$$\frac{\delta}{\delta x}\left(T_x \frac{\delta \phi}{\delta x}\right) + \frac{\delta}{\delta y}\left(T_y \frac{\delta \phi}{\delta y}\right) + Q_n(x, y, t) = S \frac{\delta \phi}{\delta t} \qquad (1)$$

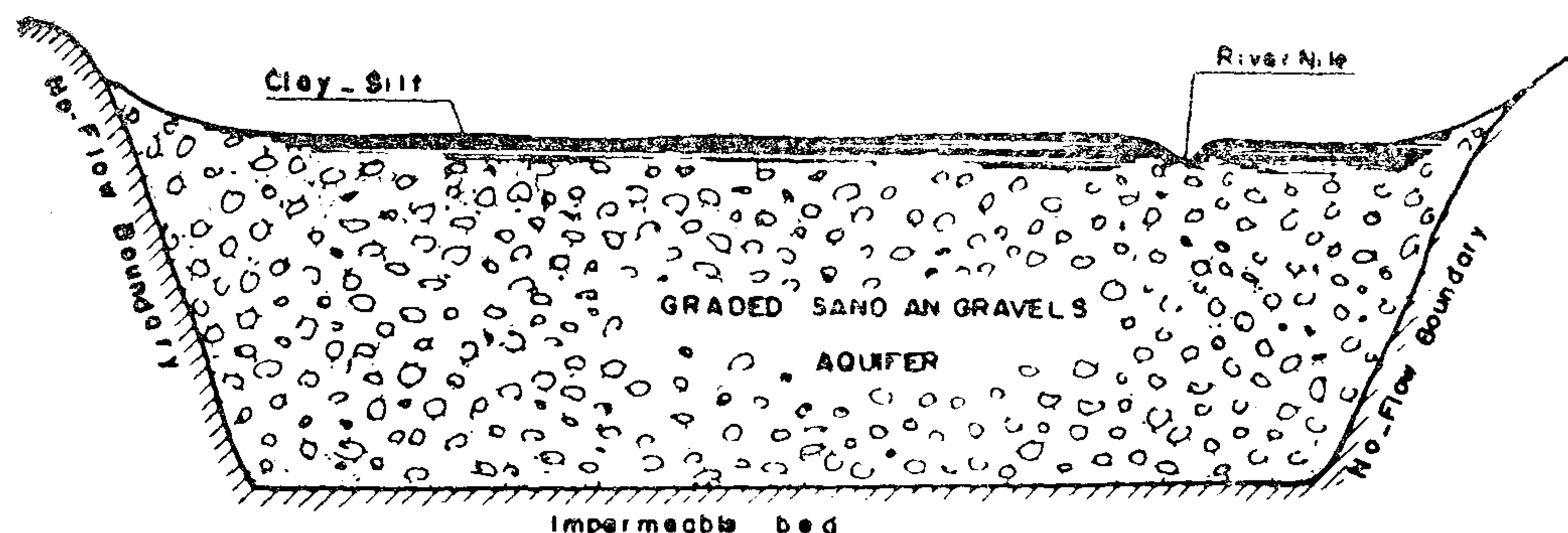


Table 1 Range of Variation of Hydrogeologic Parameters Of The Nile Valley Aquifer System

Type Of Aquifer	Graded Sand and Gravel				Clay Silt		
	Permeability K (m /day)	Thickness B (m)	Transmissivity T (m²/ day)	Storativity S	Vertical Permeability Kv' m/day	Thickness B' (m)	Resistance K'_v / B' (days^{-1})
Phreatic	40-80	25-60	1000-4800	0.1-0.2	-	-	-
Leaky	40-100	40-240	1600-2400	(5-50) x 10^{-4}	.002 - 0.01	3-20	(1-50) x 10^{-3}

APPLICATION OF A SIMULATION MODEL TO IDENTIFY THE NILE VALLEY AQUIFER

Fatma A.R. Attia(1) **Mohamed N. Allam**(2)
Abdel Wahab M. Amer(3)

ABSTRACT

A two dimensional finite element simulation model is adapted, verified and calibrated for the groundwater aquifer in the Nile Valley of Egypt. Calibration of the model resulted in the so-called solution of the identification problem. The spatial distribution of the aquifer transmissivity is obtained and the groundwater flow to the Nile is determined.

1. INTRODUCTION :

The Nile Valley, in Egypt, covers a physical area of about 11,000 square kilometers. It is underlain by the Nile alluvium aquifer system which is in direct hydraulic contact with the river. The area is confronted with a continual demand of, essentially, irrigation water to fulfill the policy of the government in extending the cultivated area. Available surface water from the Nile is nearly fully utilized; while groundwater resources are believed to be underdeveloped. Development and management of the groundwater aquifer would partly assist in fulfllling the water demands. In addition, it will reduce water logging problems in the Nile valley.

A two dimensional finite element model is adapted to simulate the groundwater aquifer of the Nile Valley. Calibration of the model (AQUIFEM-1) results in identifying the physical parameters of the aquifer and groundwater flows.

2. Physical Characteristics of The Nile Alluvium :

The Nile alluvium (graded sand and gravel) constitutes the main groundwater aquifer in the valley. On approximately 70 % of the valley floor area the aquifer is overlain by clay-silt formations. Where clay-silt formations are present, the aquifer is considered as semi-confined, and where clay-silt is absent the aquifer is phreatic. The aquifer system is faulted against sandstone and/or limestone formations from east and west. The same formations form the impervious bed of the aquifer. Figure 1 shows the location and boundaries of the area. A typical cross section of the aquifer system is given in figure 2. Geometric data and hydraulic parameters of the clay-silt and graded sand are available at several locations of the Nile Valley (1,2,6). Range of variation of these parameters is summarized in table 1.

The Nile cuts is course into the clay-silt cap down to the top of the graded sand and gravel, thus resulting in a hydraulic contact between the groundwater and the river water. The Nile plays a double role in the Nile Valley; being a line

(1) Dr. Patma A.R. Attia, (PH.D), Senior Research Eng., Research Institute For Groundwater, Ministry of Irrigation, Egypt.
(2) Dr. Mohamed N. Allam (PH.D), Assistant Prof., Faculty of Eng., Cairo Univ.
(3) Abdel Wahab Amer, (PH.D), Prof. of Hydraulics, Faculty of Eng., Cairo Univ.

For multi-storey buildings, the compactness ratio is calculated as follows, Fig. (4,b) :

$$C = \frac{SS}{SA} \quad 1 \geqslant C \geqslant 0$$

$$SS = 2\Pi(3V/2\Pi) \uparrow 2/3$$

SS, area of semi-sphere which is equal to building volume.

SA, total surface of building.

V , building volume.

THE CLASSIFICATION OF EVALUATION MEHODS ...

The methods of evaluation described are classified in Fig. (5) to follow the appropriate stage of the design process Clearly there are methods suitable at a particular stage of the design process, while there are methods relevant for more than one stage.

CONCLUSION

The determination of the most efficient design cannot be an exact science. Some uncertainty is inevitable because judgements about a design can only be made against a background of an uncertain future. Nevertheless, in the field of building, as elsewhere, many numerical techniques are available which can be used to reduce the uncertainty inevitable in most judgements and which can lead to an increase in the probability that the design will produce good value for money.

Evaluation techniques offer the architect a practical design tool which complete his strength and helps him to choose the best solution for further development. In addition to the function as an instrument of selection, they can also be used to evaluate existing building design, which makes use of results of previous studies and leads to the improvement of the effectiveness of further design work.

REFERENCES

1. Ansuategui P., The A.R.C. Methods and the Architect, 5th European Symposium on Urban Data Management Proceedings.

2. Banks W.B. & Kroll M.E., A Method for Predicting Changes in Building Costs. BRE, Cp 7/80.

3. Broadbent G., Design in Architecture 1973.

4. Metwally M., Evaluation methods, GOHBPR, 1985.

5. Pedersen D. O., Applications of the + & — Method, 5th European Symposium on Urban Data Management Proceedings.

6. Willoughby T., Evaluating Circulation Performance, AD5/71.

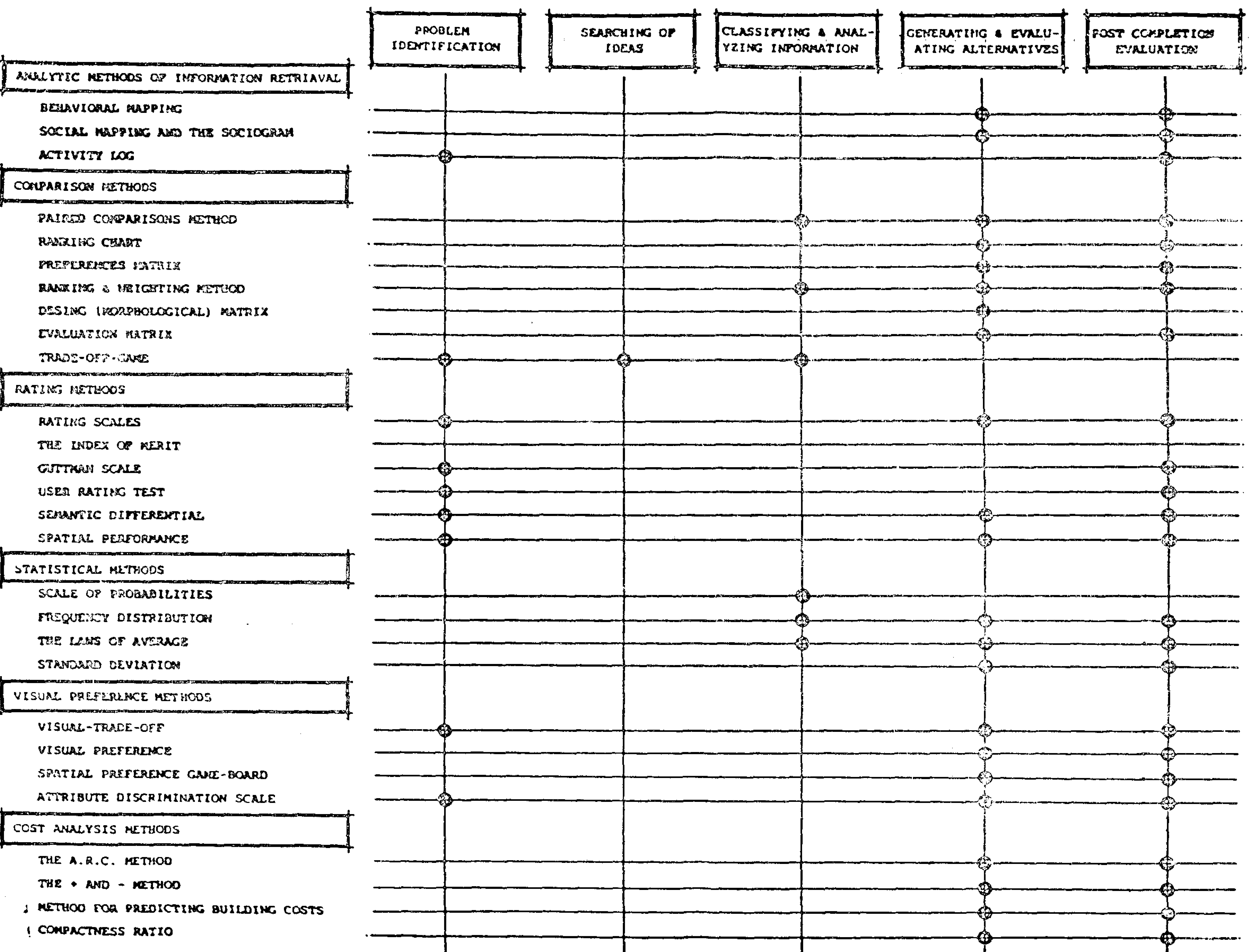


Fig (5) Classification of Evaluation Methods.

The valuation between costs and quality for the four feasible projects are shown by lines from the origin to the projects. The slopes of these lines indicate the relative valuation between quality and costs. The most favorable slope depends on the criteria on cost and quality according to the owner and their valuation of quality and cost.

6.3. A Method for Predicting Building Costs(2)

A considerable lag is often experienced between the design of buildings and their actual construction on site. Since prices may change significantly during this lag period, it may be difficult to decide which types of construction method and building materials will take best advantage of the price structure likely to prevail during the building period.

This method provides a rapid tool for evaluating the likely building costs of a number of practical solutions to particular design problems, for assessing their sensitivities to change in price of fundamental factors of production : labour, energy and capital.

6.4. The Compactness Ratio :

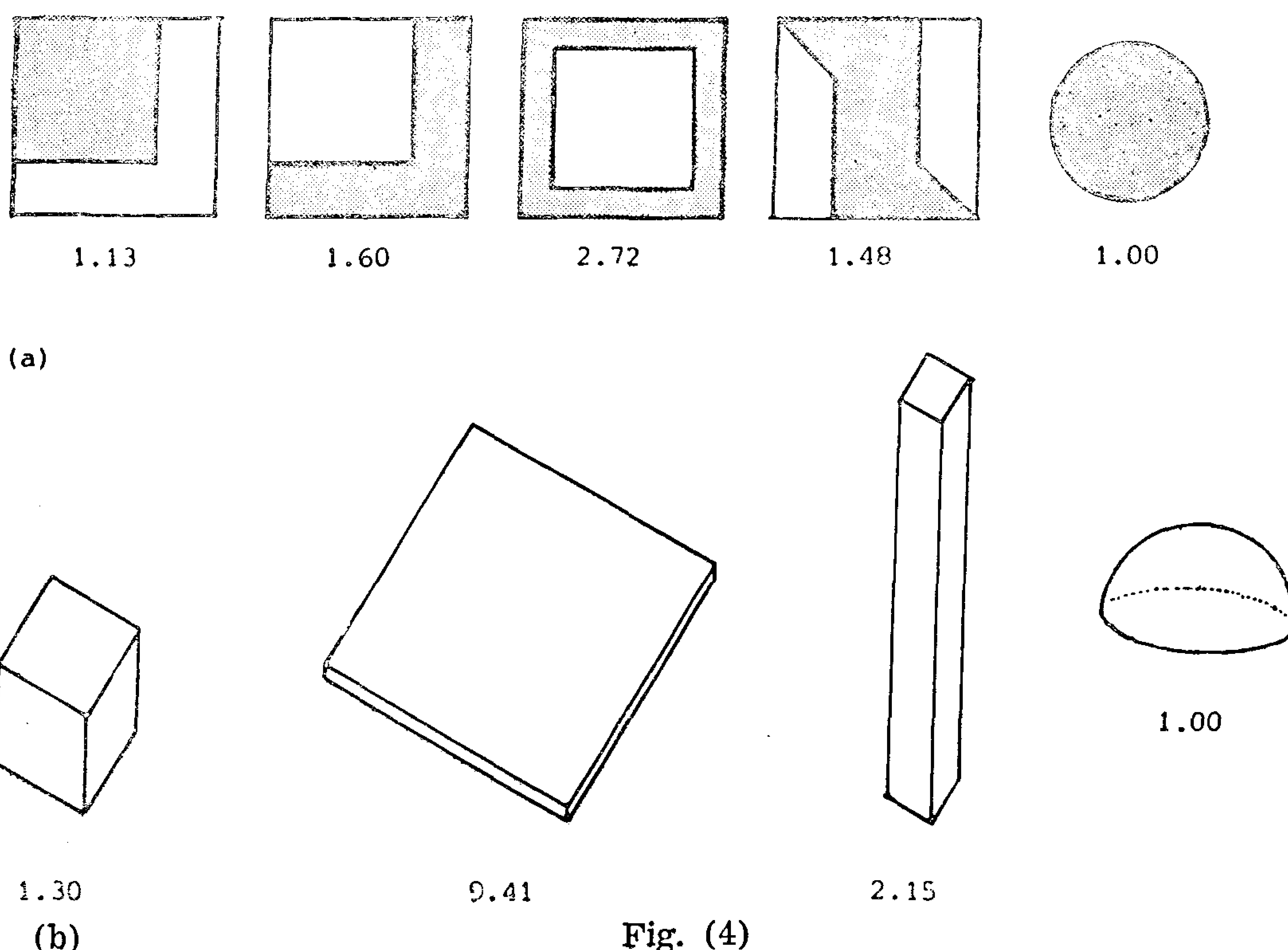
The cost-in-use tend to be at a minimum when the shape is as near as possible to a sphere and the enclosing surfaces are themselves at a minimum. The compact ness ratio can be considered as an index which reflects the economy of solutions.

For single storey buildings, the plan solution is compared with a circle and the compactness ratio is calculated as follows, Fig. (4,a) :

$$c = \frac{pp}{pc} \qquad 1 \geqslant c \geqslant 0$$

$$pc = 2(\Pi \times AP) \uparrow (1/2)$$

PP, plan perimeter,
PC, perimeter of circle of the same area
AP, plan area.



(b)

Fig. (4)

(a) Compactness ratios. Plan compactness ratios for several shapes enclosing the same areas.

(b) Volume compactness ratios for several forms enclosing the same volumes

The following methods try to provide the architect with a rational and rapid tool for evaluating the building cost.

6.1. The A.R.C. Method*(1)

The aims of the A.R.C. method are :

(a) The logical and rapid establishment of the quantity survey.

(b) A rational analysis of the effect upon cost of each variable of the building.

The A.R.C. method proposes the following divisions of the building :

— Horizontal elements.

— Vertical elements, differentiated according to their function (spatial insulation, thermal insulation, mechanical strength or a combination of indoor space).

— Equipment.

Contribution of the A.R.C. to the architects :

* It gives a calculation schema that allows to find out the total cost or any partial cost.

* It gives an analysis of the influence upon the total of any variable of the building.

* Knowledge of the cost of decisions in advance of design, an investigation of the relation between the different variable and the cost per-square meter, can be done by the aid of graphs.

6.2. The + and — Method (5)

"The + and — method" is used to make forward finance planning schemes for housing construction, to calculate trends in the costs of different items, and as a tool to obtain the most favorable solutions.

The + and — method provides a good means of estimating the construction costs. By using a point scale based on methods used in the appraisal of architectural competitions, it is possible to make a coherent judgment of quality and costs. This may be achieved by illustrating the values for total costs and quality for different projects. From the illustrated example Fig. (3), seems that projects 1,7 and 9 & 10 are the most favorable projects but it is **different to choose between four feasible projects.**

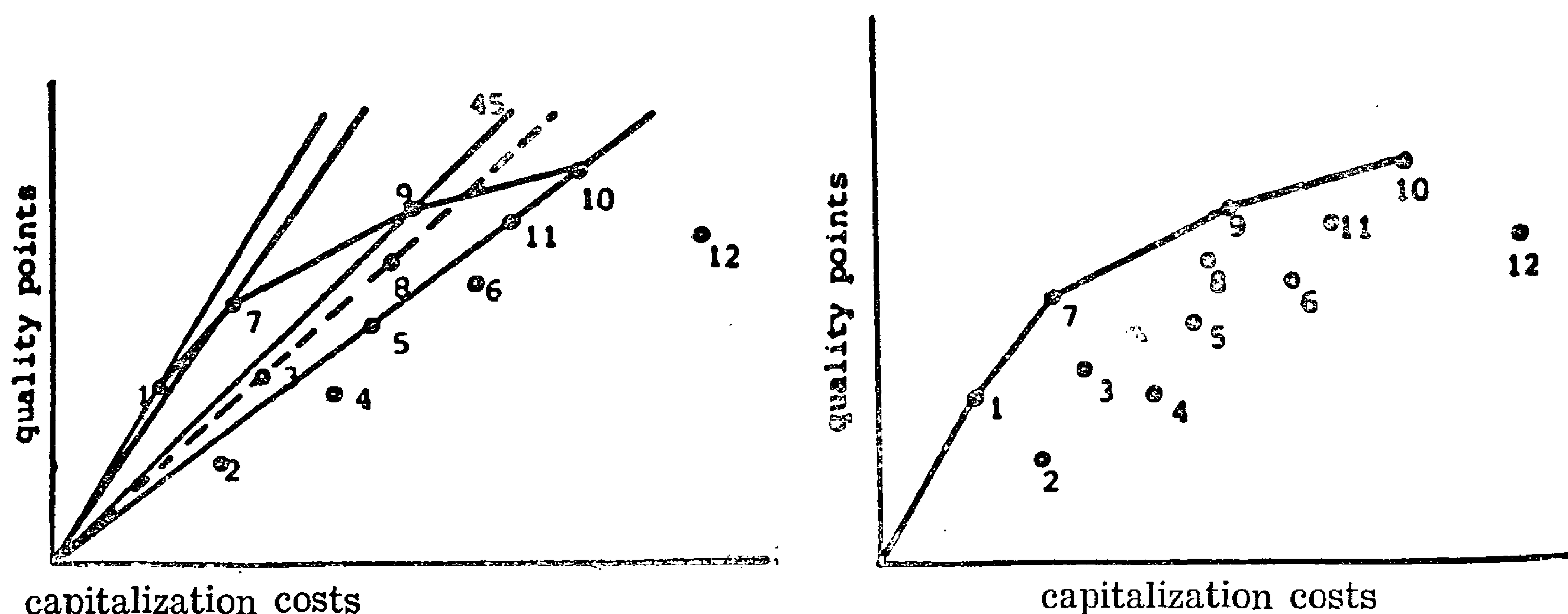


Fig. (3)

* Appreciation Rapide du Cout.

standard deviation will indicate this. The summation of the standard deviations gives an overall measure of performance:

$$\theta = \sum_{i=1}^{n} \theta_i$$

5. VISUAL PREFERENCE METHODS

This category of information retrieval method is particularly appropriate for seeking reactions to visual-spacial information. They can be used in conjunction with many of the comparison methods, if preferences are desirable.

5.1. Visual Trade-Off :

The purpose of a graphic (nonverbal) preference test is the same as that of verbal tests but has the advantage of obtaining responses from illiterate subjects and is less likely to be misinterpreted by the respondents.

The test may utilize : photographs, isometric drawings, plan sections or any other visual means of communication.

5.2. Visual Preferences :

This graphic preference test is designed to elicit the best choice for spatial quality of verbally specified activities. A set of drawings is prepared with sufficient alternatives in spatial arrangements so that the respondent is forced to compare and evaluate all selections. This method is useful for seeking user responses to design alternatives as well as for informing users about spatial options.

6.3 Spacial Preference Gameboard :

This gameboard is an instrument designed to elicit responses concerning preferred spacial arrangements. It is often different to impute design criteria from verbal responses. This difficulty is overcome by presenting the respondents with a visual display of spatial choices.

The rates of the game may be oriented toward monetary value. However, the major function is to limit the choice available to force the players into trade-off situations.

5.4 Attribute Discrimination Scale :

This scale is designed to rate a particular environmental setting either real or hypothetical. The scale forces judgments about the attributes of a particular environment. The continuum between each pair of terms can indicate the direction and intensity of each judgment while permitting a wide discrimination of choice. It utilizes liguistic concepts commonly used by designers, which are bipolar in nature.

6. COST ANALYSIS METHODS :

Design cost analysis, in seeking maximum value at minimum cost during the schematic and design development phases, is constantly making a value analysis of building as a whole as well as its individual systems.

The knowledge of the influence of variables of design upon cost is not known exactly, there is no rational system of making decisions. The only known method of deciding is to make two complete designs then make a quantity survey and compute the cost.

The long process of "design-quantity survey-cost analysis" is a continuous choice and it is not possible to make a quantity survey and a cost analysis and calculation for every option in design.

There is a difference between the units in which the cost calculation is made and the units which the architect is accustomed to introduce, for instance the achitect is interested in the price per square meter of the facade, but the number of bricks, the types of painting, ironmongery, ... etc. These problems that arise takes this quantity survey out of the architect's world.

4.4. Standard Deviation :

Whilst the mean, the median and the mode are essential concepts in statistics, there are many other things which can be analyzed once the distribution has been plotted. Even if the curve itself is symmetrial, it can still tell us a great deal.

In Fig. (2,a) the mean has the majority of values clustered about it, whereas in Fig. (2,b), the mean itself has a low value and there are many deviations from it. These can be measured in terms of the standard deviation which is calculated as follows :

1. Measure the deviation of each value from the mean.
2. Square each of these deviations, calculate the mean of all these squares.
3. Find the square root of this mean.

The standard deviation, therefore, is the square root of the mean value of the squares of all the deviations from the distribution mean.

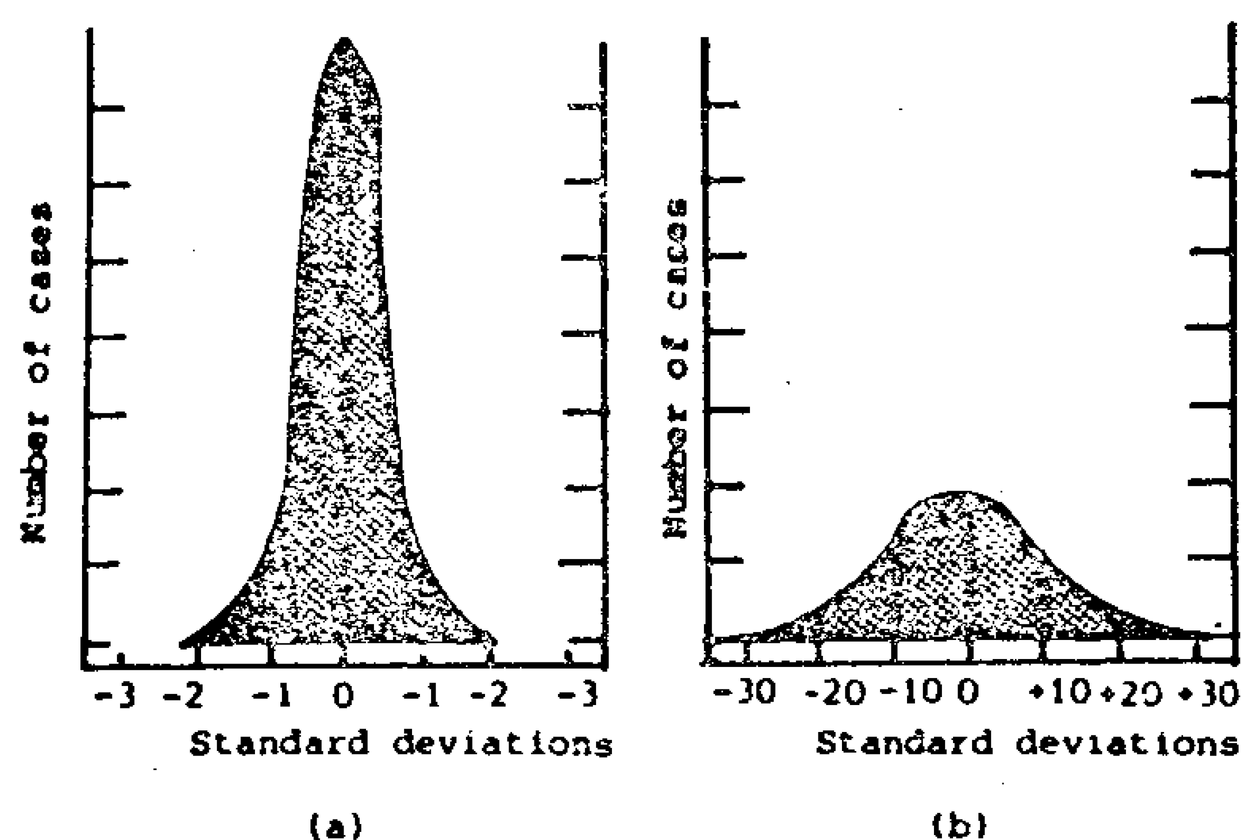


Fig.(2) (a) Homogeneous group with low standard deviation
(b) Variable group with high standard deviation

Evaluation of Circulation Performance (6)

The standard deviation can be used for evaluating circulation performance in existing buildings.

Given a building, two indices are initially proposed as a measure of circulation performance. A direct measure of the distance travelled in a building. multiplied by the connectivity between two activity units, will indicate when total trips are decreasing or increasing in a given plan.

$$Index = \eta = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} a_{ij} \quad d_{ij}$$

dij = the distance from an activity unit on cell i to one on cell j.

aij = the connectivity (or association) from an activity unit on cell i to an activity unit on cell j.

The index could be modified by taking into account the cost of the trip according to the salary of the person concerned. The distances between the activity units on plan will increase as the connectivity decreases. Between one activity unit and all others dij , aij are calculated, i.e.

$$\sum_{j=1}^{n} d_{ij} \quad a_{ij} \qquad for\ all \quad i \neq j$$

The mean connectivity for the activity unit being considered is defined as :

$$\bar{x}_i = \sum_{j=1}^{n} \frac{d_{ij} \qquad a_{ij}}{n - 1}$$

So that standard deviation is

$$\theta_i = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} \frac{(d_{ij} \quad a_{ij} - \bar{x}_i)^2}{n - 1}}$$

For each activity unit the standard deviation is found, and summed, as Φ_i — zero the relative distances between activity units reflects the association values Theoretically Φ_i can equal zero, in practice it is unlikely to do so. However, when a unit becomes out of place the

3.5. Semantic Differential :

Semantic rating scales are used to obtain an impression of a group reaction toward some aspect of the physical environment. Its purpose is to clarify and record attitudes toward concepts and images.

3.6. Spatial Performance :

The intent of this test is to obtain a user evaluation of the quantitative elements of the dwelling in which he resides. The respondent must be in the particular space during the period of evaluation and the results of each variable must be considered independent of the others.

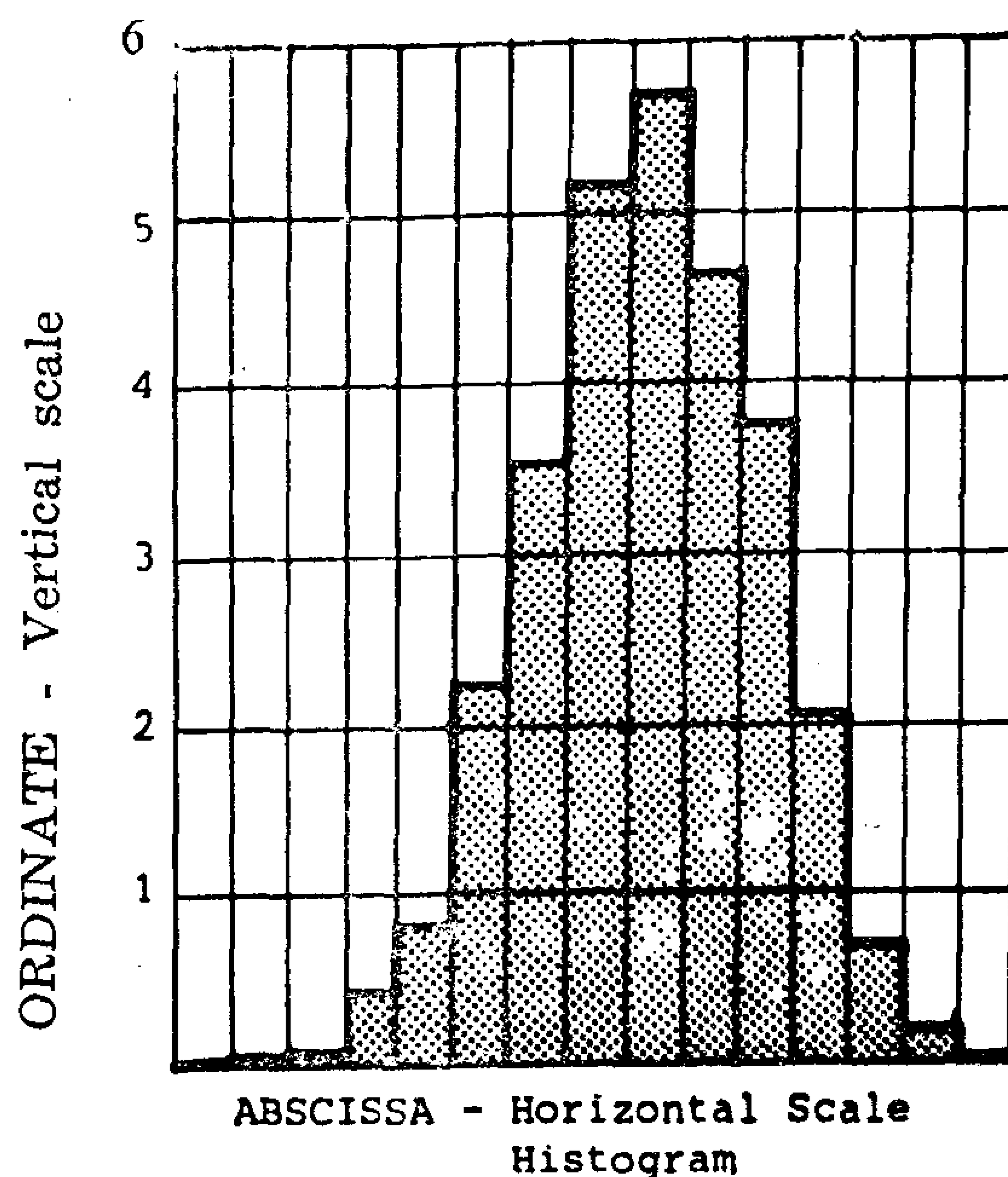
4. STATISTICAL METHODS :

Whilst it is probably impossible to predict the behaviour of a single human being within the environment, human beings for certain purposes, can be treated and their behaviour in the mass observed, analyzed statistically and used to predict their probable future behaviour.

4.1. Scale of Probabilities :

The probability that any event will occur lies somewhere along a scale which extends between absolute impossibility-usually expressed as (probability) p = 0 and absolute certainty p = 1.

$$\text{Probability } p = \frac{\text{N° of times events happened in the past.}}{\text{total number of trials.}}$$



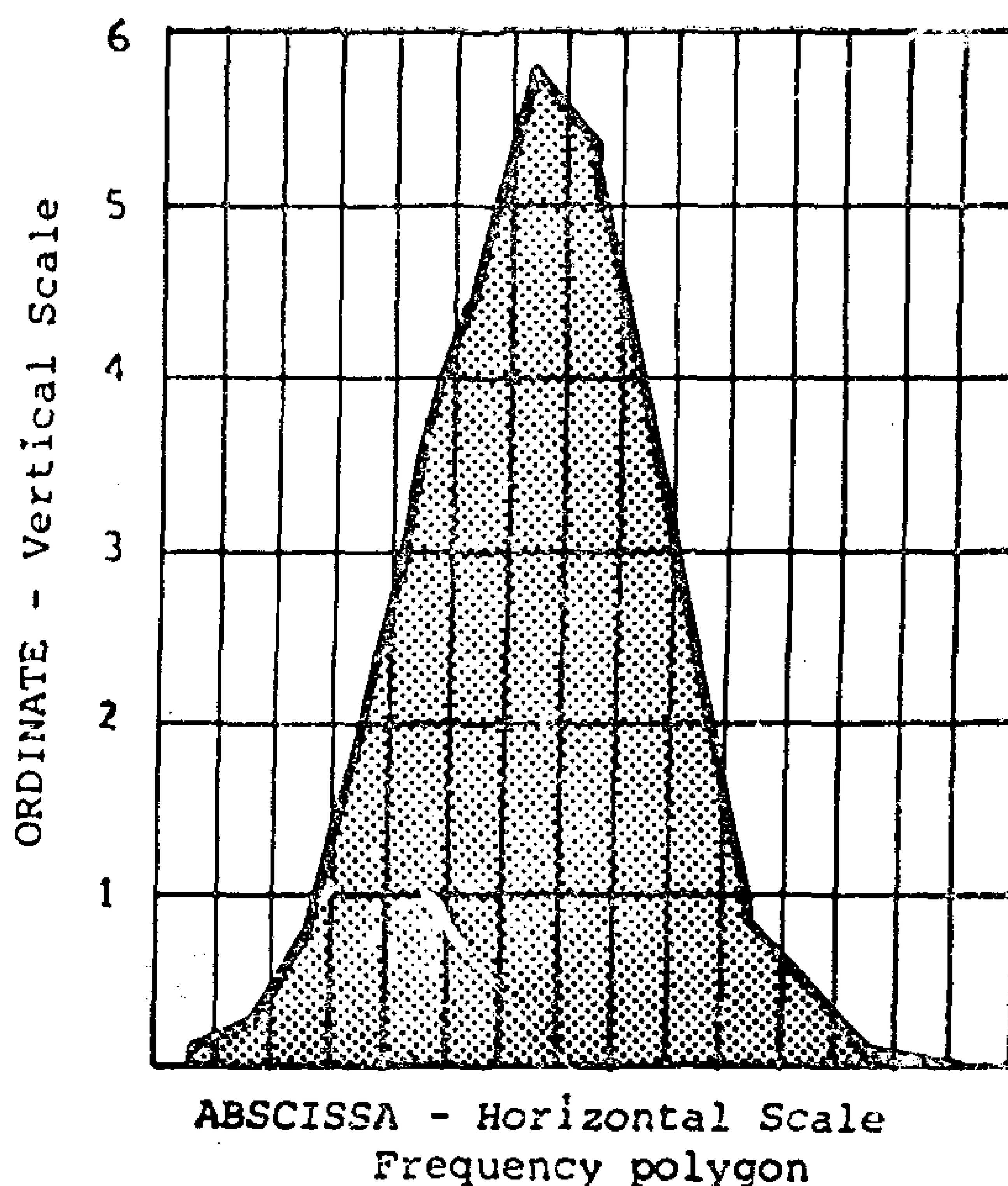


Fig. (1)

4.2. Frequency Distribution :

Statics deals also with frequency distribution which gives the measures of a central tendency. The information can be presented as a frequency polygon or a histogram as shown in Fig. (1)

4.3. The Laws of Average :

There are at least three ways of finding out what the majority of a population do; these are described as the mean, the median and the mode.

The MEAN :- or arithmetic mean.

The MEDIAN :- is the central item in the entire set.

The MODE :- is simply the value which occurs frequenntly

lent scales, each type adding characteristic properties to the one before it. Rating scales allows the investigator to quantify subjective data and to use it in various statistical tests.

3.2. Index of Merit :

The index of merit is a technique for evaluating the performance of a design proposal. It provides a method for controlling the outcome of the objectives to be satisfied as well as comparison between objectives and their attainment.

3.3. Guttman Scaling:

To measure the various attitudes towards an object, concept, or value by means of separate scales confined to single dimensions, the best kdown ts the scale analysis, or scalogram method, devised by Guttman. The scalogram orders items in such a manner that, ideally, persons who answer a given question favorably all have their ranks higher on the same question unfavorably.

Guttman's aim, primarily, was to achieve an ideal scale pattern which would be completely reproducible. He would set up a scale for validation by several hundred respondents. A small sample of their answers could be represented as shown in Table (1).

Positive answers for each item have been totaled and the table is recast to place these in decending order, Table(2).

The table is then redrawn again so that the subjects are reshuffled to place that with the highest number of positive answers to the left. and so on, Table(3).

In a 'perfect' scalogram, the heavy line would step diagonally from bottom left to top right and all answers above and to the left of it would be positive. In this case, there are two "errors" and Guttman measures as follows :

$$R = 1 - \frac{\text{number of errors}}{\text{number of responses}}$$

Where this figure drops below 0.9., Guttman considers the scale unsatisfactory.

Table(1) Guttman Scale, Sample Answers

Subject	Item					
	1	2	3	4	5	6
1	/	!	/			
2	/		/	/		
3	/		/	/		
4	/					
5	/	/	/	/	/	/
6	/	/	/	/		/

Table(2) Guttman Scale, items reshuffled in order, descending from the left.

Subject	Item					
	1	3	2	4	6	5
1	/	/	/			
2	/	/		/		
3	/	/		/		
4	/					
5	/	/	/	/	/	/
6	/	/	/	/	/	

Table (3) Guttman Scale, subjects also reshuffled.

Subject	Item					
	1	3	2	4	6	5
5	/	/	/	/	/	/
6	/	/	/	/	/	
3	/	/		/		
1	/	/	/			
2	/	/		/		
4	/					

3.4. User Rating Test :

If it is desired to evaluate the performance of a building, perhaps one of the most important sources of information comes from the inhabitants or users of the building. It is this group that is affected the most by a malfunction in the building or is in the best position to praise noteworthy features. The purpose of the user's rating test is to gain some knowledge about the user's feelings and attitudes toward the solution of some of the more important environmental factors in a building.

Some of these measurable characteristics include the following : exterior and interior appearance of the environment, room layout, spacial comfort, spatial adequacy, spatial use of patterns and so on. There are specific techniques that can be used to answer evaluation questions:

1.1. Behavioural Mapping :

Observations can be used to better understand peoples behaviour in the environment. It is a method of looking at actions between people and their environment. ... ...—...

1.2 Social Mapping and Sociogram :

Social mapping enables the architect to explore and identify the social interactions that exist between people in a particular environment. It is an approach that consists of preferences and rejection expressed by individuals in terms of how they perceive themselves in relation to other members of the group.

1.3. Activity Log:

The activity log is a means by which an architect can discover how people use spaces over a period of time. It is essentially an observation test which provides an impression of the dynamics of people, activities, and location over time.

2. COMPARISON METHODS

These methods are used for comparing statements or concepts to determine orders of preference and desirability.

2.1. Paired Comparisons Method:

The paired comparisons method in a psychology scaling method that can be used to determine the attitudes of individuals towards a given psychological object.

2.2. Ranking Chart :

This chart is a device that enables a rank ordering to be stated when the alernatives are not easily differentiable or when the alternatives appear to be of equal value.

2.3. Preference Matrix :

This test is a modification of the ranking chart. Its purpose is to systematically develop a rank ordering from a set of alternatives that are not easily differentiable.

2.4. Ranking and Weighting Method:

The procedure is predicated upon opinion in order to establish quantative relationships among variables that cannot be obtained by theoretical considerations or by previous data resulting from past performance.

2.5. Design Matrix

The design matrix is a chart of possible solutions. Its appropriateness is based on the degree to which all cells or compartments can be made quantitative in terms of a given basis of comparison.

2.6. Evaluation Matrix :

The evaluation matrix is a graphic display tool for ranking and selecting among alternate design solutions.

2.7. Trade off Game :

This game is developed in order to determine people's preferences **within a** fixed budget.

3. RATING METHODS :

With a minimum amount of time available and the need for quick, relatively reliable input, rating scales offer a major advantage. They allow researchers to readily quantify and classify information.

3.1. Rating Scales:

Things that are not easily measurable, such as matters of opinion can be put in scales. Rating scales are used to assign a relative numerical value to the elements of a set. We can distinguish Nominal, Ordinal, Interval, Ratio, and Equiva-

EVALUATION TECHNIQUES AND THE ARCHITECT

Dr. Magda Metwally

Department of Housing & Urban Planning, GOHBPR*

INTRODUCTION

If it is accepted that sense, intuition, and practical experience alone are inadequate to struggle with the growing complexities of modern society, it follows that architects will require assistance in the decision-making processes when they seek to formulate principles that will guide society. Some of the techniques presented here have been adapted from management science, operations research and sociology. It is suggested that techniques are necessary aids to the understanding of the complex and rapidly changing social and economic environment for which design plans influence future behaviour.

There is general agreement that very little is known about the actual performance of designed environments in comparison to what the designer expects their performance to be. The architect today is still unable to predict accurately the consequences of his decisions. The design process involves analysis of the situation and its problems, synthesis of possible solutions, and evaluation of which solution is most acceptable for implementation.

Since we do not have a developed technique for visualizing how a particular solution would fit a multi-dimensional situation. The solution must be given symbolic or verbal forms so that they can be manipulated by the rules of logic. This enables the testing of the solution against requirements and thereby makes it easier for the designer to arrive at an evaluation. In doing so, both objective & subjective measures of performance are necessary.

The purpose of this paper is to make a comparative analysis of evaluation methods and to discuss the connection between the choice of the method of evaluation and the subsequent choice of alternative courses of action. The ultimate purpose this analysis is to contribute to an improvement of the evaluation that is carried out in practice, by increasing knowledge and understanding of the structure and operation of the various methods of evaluation.

This paper includes about 28 evaluation methods which are analyzed and classified. Some of these methods which are more frequently used in solving architectural problems are presented in detail, other methods can be found in reference (4).

1. ANALYTIC METHODS OF INFORMATION RETRIEVAL :

There is some mysticism that meaning cannot be subjected to measurement. This cognitive state of «meaning» is part of a process that includes that aspect of the environment. Analytic techniques to measure meaning can be used to describe expressions of varied and subtle reactions to environmental phenomenon,

---

* General Organization for Housing, Building and Planning Research.

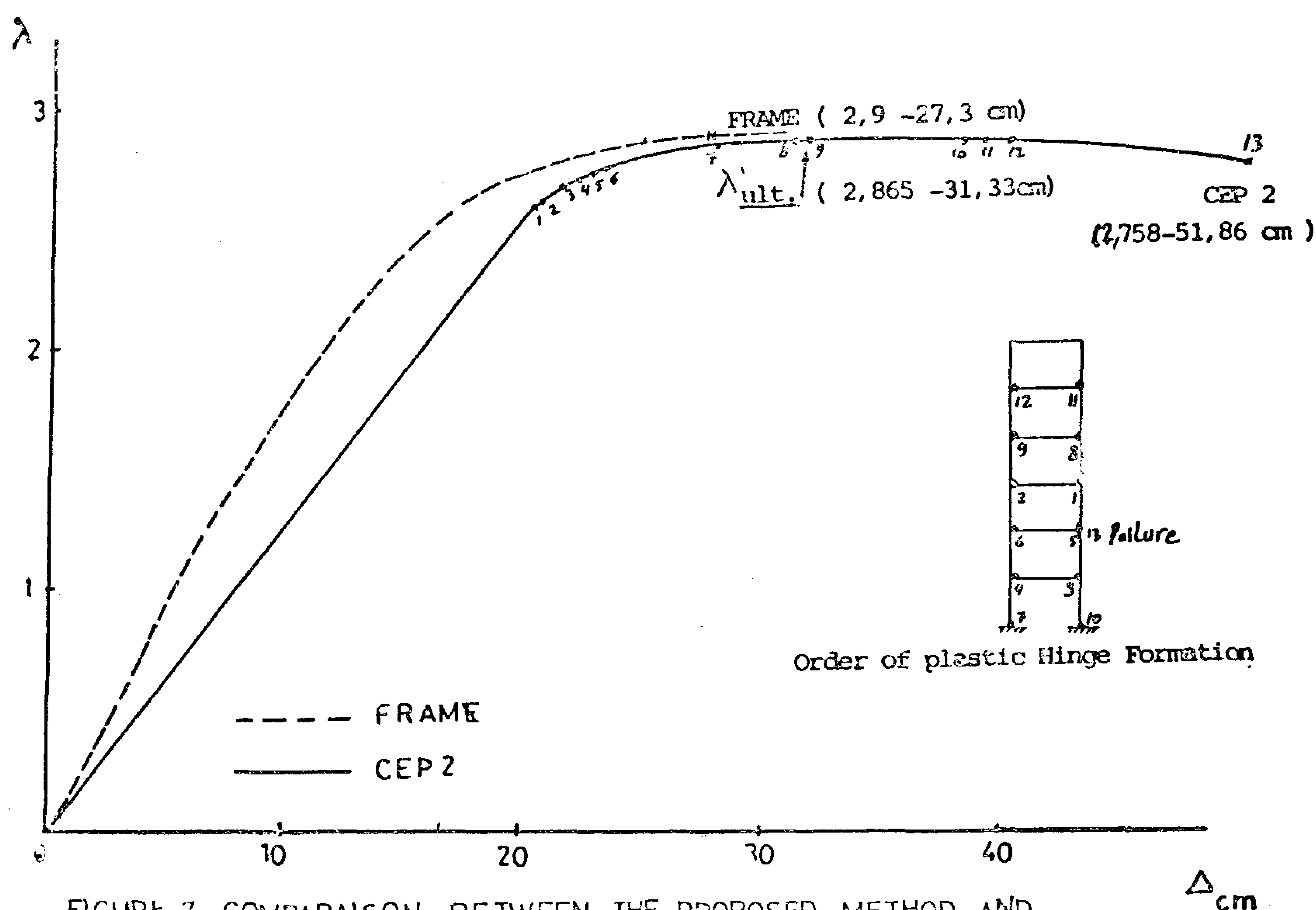


FIGURE 7 COMPARAISON BETWEEN THE PROPOSED METHOD AND FINITE ELEMENT METHOD

(3 - 5) are formed and the values of H i* , D j and λ are determined.

6 — New determination of the internal forces and study the Possibility of changing the plastic condition.

7 — Modification to the values of R ij in equation number 6 and repeating step number (5) till the convergence of the value of λ.

8 — The steps will be repeated and a full study of the structure will be obtained.

— **CONCLUSION :**

The progress in using ccomputers makes the suggested method of analysis available and easy to be used.

The simplified assumptions gave a quick results with the same accuracy compared with another programmebased on finite elements (Ref. 5). Figure (7) Shows a comparison between the results for example of a frame of six floors and one bay. The suggested programme (CEP 2) gave a gain of 60% in the running time of the computer compared with the Programme (FRAME) based on finite elements.

5 — REFERENCES :

1. M. TICHY et j. Rakosnik- (Calcul plastique des ossatures en béton)) Editions Eyrolles 1975.
2. A.L.L. BAKER ((Calcul des structures hyperstatiques par la méthode simpliflée Bi-Lineaire de la charge ultime,) C.E.B. III Annexe 6-1972.
3. A. BAKER and A. AMARAKONE (Inelastic hyperstatical frames analysis and application of the international correlated tests) C.E.B. No. 52. November 1965.
4. Ahmed **El KAFRAWY** - (Methode simplifiée pour le calcul plastique des ossatures en béton armé). Thése de Docteur Ingénieur de l'Université Pierre at Marie Curie - Parisv (Avril 1977).
5. Alain GRELAT - ((Comportement non Linéaire et stabilité des ossatures en béton armt)) Annales de l'ITBTP, No 366 Novembre 1978.

The analysis of the structure are obtained from (P+2) Case of loading:

— Case of loading Po and P1.

2—Horizontal imaginary forces at every floor (P time).

The matrix formulas can be put in the following forms:

$$((P0)-(C).(P_1)(H_1^*)\dots(H_P^*)) = (K)((D_0), \dots (d_P))$$

The internal forces can be obtained from the follwing equations:

$$(2) \quad \text{———} \quad 1U \ {}_{\bullet}^{1}H \ \sum_{d}^{1=1} \cdot {}^{1}N\gamma \cdot O_N = N$$

$$M = M_0 + \lambda M_1 + \sum_{i=1}^{P} H_i^* m_i \quad \text{———} \quad (3)$$

The plactic rotation at the plastic hinge :

$$W = W_0 + \lambda W_1 + \sum_{i=1}^{P} H_i^* W_i \quad \text{———} \quad (4$$

The horizontal displacement at every floor :

$$J_i = D_{i0} + \lambda D_{i1} + \sum_{i=1}^{P} H_i^* d_{ij} \quad i = 1, \dots, P \quad \text{———} \quad (5)$$

3-5 The solution of the equations of analysis :

At each step a number of (2p + 1) equation can be formed in (2 p + 1) unknowns :

1) P equation in the form of equation number (1) which depend on (λ) which appears in (N) values.

2) p equation for the horizontal displacement in the form of equation number (5).

3) One equation for the chosen plastic condition, it represent the formation of new plastic hinge or the rupture of existing plastic hinge or the rupture of existing plastic hinge :

$$M_0 + \lambda M_1 + \sum_{i=1}^{P} H_i m_i = M_{L1}$$

$$\text{OR} \quad W_0 + \lambda W_1 + \sum_{i=1}^{P} H_i^* W_i = 0$$

We can put this condition on form:

$$C_0 + \lambda C_1 + \sum_{i=1}^{P} H_i^* C_i = C_L$$

The equations, can be put, in the following form, the unknowns are (H i*), (Dj) and λ Values, i.e. (P+1) equations and (P+1) unknowns:

$$\begin{bmatrix} C_i & c_1 \cdots c_p & 0 \cdots 0 \\ 0 & \begin{matrix} 1 & & 0 \\ & \ddots & \\ 0 & & 1 \end{matrix} & \begin{matrix} R_{11} R_{12} 0 & & 0 \\ R_{21} R_{22} R_{23} 0 & & 0 \\ 0 & \ddots & \\ 0 & & R_{P,P-1} R_{PP} \end{matrix} \\ -D_{11} & \begin{matrix} -d_{11} & \cdots & d_{1P} \\ \vdots & & \vdots \\ -d_{P1} & \cdots & d_{PP} \end{matrix} & \begin{matrix} 1 & & 0 \\ & \ddots & \\ 0 & & 1 \end{matrix} \\ -D_{1P} & & \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \lambda \\ H_1^* \\ \vdots \\ H_P^* \\ D_1 \\ \vdots \\ D_P \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_L - C_0 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \\ +D_{10} \\ \vdots \\ +D_{P0} \end{bmatrix}$$

The values of (R ij) dedpend on (λ) Also in the first equation of the plastic condition, the values would depend on the real normal forces which depend also on (λ). The solution of the equations converge easily and the values of the unknown are obtained.

The method of analysis can be summarized in the following steps :

1 — At each step the structure is calculated under the differents cases of loading (p+2 times), i.e. Po, P1 and P times unit load distributed at each floor.

2 — From Linear extrapolation the values of H i* are determined as first approximation.

3 — A table for all the critical sections are formed containing the values of their plastic condition (MLl) or ( ) for the cases of plastic hinges which are formed.

4 — From the above steps, the plastic condition which will form is determined.

5 — The system of equation in (2 P+1) unknowns as shown in paragraph

3.3 Secondary order effect:

The analysis will be done using the displacement method. The second order effect will be taken into consideration by adding their effect on the internal forces by the action of imaginary horizontal forces upplied horizontally at each level as shown in figure 6.

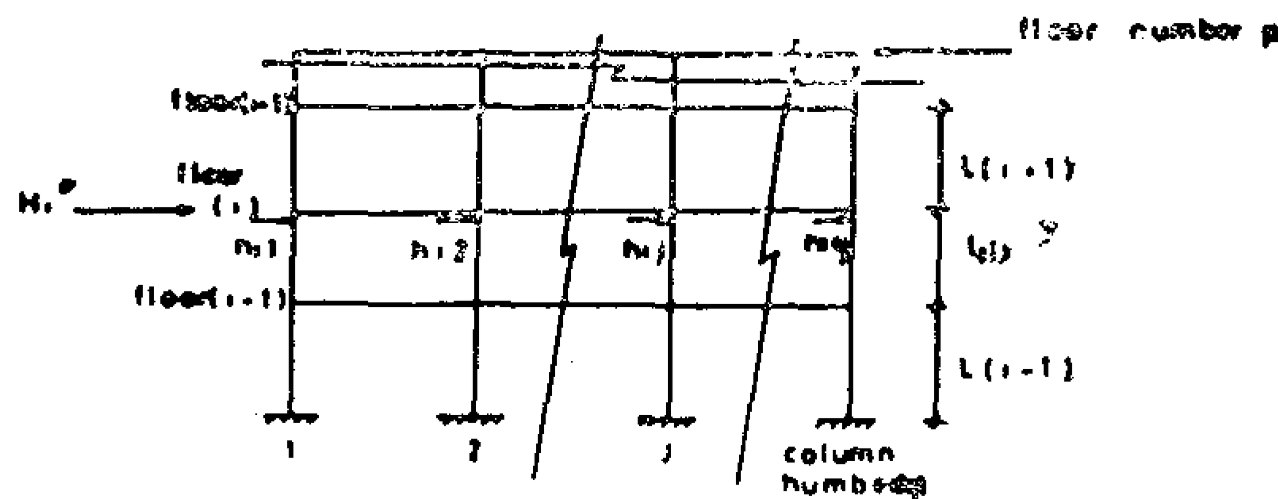


FIGURE 6 IMAGINARY HORIZONTAL FORCES REPLACES THE SECOND ORDER EFFECT

$$H_i^* = \left(\sum_{j=1}^{q} \frac{N(i+1)j}{L_{(i+1)}} \right) \left(D_{(i+1)} - D_i \right)$$

$$+ \left(\sum_{j=1}^{q} \frac{N_{ij}}{L_i} \right) \left(D_{i-1} - D_i \right) \ldots (1)$$

H i* = The value ofthe imaginary force applied at the floor number 1.

N i j = The sum of the normal forces in the columns under the floor number i.

L i = The height of floor number i.

D i = The horizontal displacement at level i.

i = Represent the floor number i = 1,......, P.

j = Represent the column number j = 1, ..., q.

The imaginary horizontal force Hi* is distributed at every joint at the level number i, each value hij will depend on the value of normal force in the columns over and lower to the joint.

It must be noted that the columns are considered to have no buckling during the steps of analysis.

The analysis can be made first on a horizontal unit Load distributed over the joints and then the final effect with be obtained by multiplying the values by H i* value.

3-4 The equatons of analysis :

The matrix formulas are formed in a way that enable the use of the principles of super position. for a member AB for it's initial stage, the relation between external forces and displacement can be put on the form :

$$(F_{AB}) = (K_{AB})\ (D_{AB})$$

When a plastic hinge is formed at the beginging of the beam A B or at its end or if it is existing two plastic Hinges at the two extremities, the matrix formula can be put on the form:

$$(F_{AB}) = (K_{AB})\ (D_{AB}) + (C_{AB})$$

Where (C A B) = Constant Vector

For example; in the case of a plastic hinge form at A, plastic moment M A is applied at the plastic hinge, the matrix formula will be :

$$(F_{AB}) = (K_{OB})(D_{AB}) + M_A\ (V_{OB})$$

$$(K_{OB}) = (K_{AB}) - \frac{4EI}{L}\ (V_{OB})\ (V_{OB})^t$$

$$(V_{OB}) = \begin{bmatrix} 0 \\ 3/2L \\ 1 \\ 0 \\ -3/2L \\ 1/2 \end{bmatrix}$$

Also as the plastc hinge form, the discontinuity in the rotation can be put on the form of :

$$W_A = (V_{OB})^t\ (D_{AB}) - \frac{L}{4EI}\ M_A$$

Similar linear equations are obtained for all other cases (Ref 4).

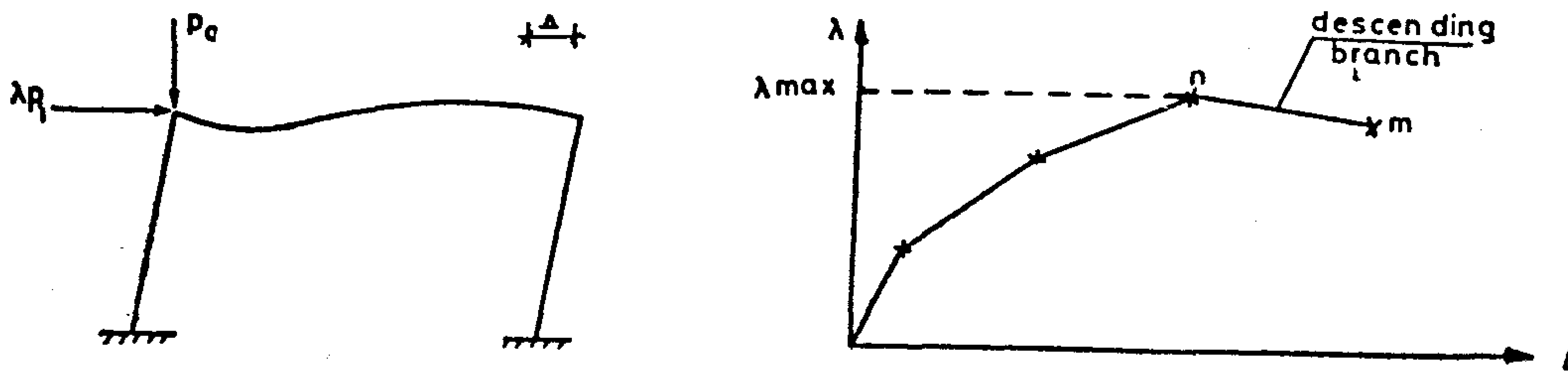


FIGURE 3 RELATION BETWEEN λ AND Δ

3.1 Principals of the method of analysis:

The multi story reinforced concrete framed strtcture shown in fig. (1) is formed from members. Each member joins two nodes and it has a constant geometrical and mechanical caracteristics which could be variable from one member to another.

For each member, the concrete section and the steel reinforcement are constant. The external forces are applied at the extremities of members only. The distributed loads are taken into consideration by changing them to equivalent system of external forces applying at the nodes.

The external forces include two systems, (Po) which represents the constant system of forces and (λ P1) which represents the variable system of forces.

The Value of (λ) is increased step-by-step until it's ultimate value.

The steps of analysis are shown in figure(3), each step represents the formation of a plastic hing and point (m) represents the collapse of the structure by the formation of a number of plastic hings sufficient to form mechanism or the rupture of one of the existing plastic hinges, i.e. the bending moment reachs the ultimate value ML2 shown in figure 4.

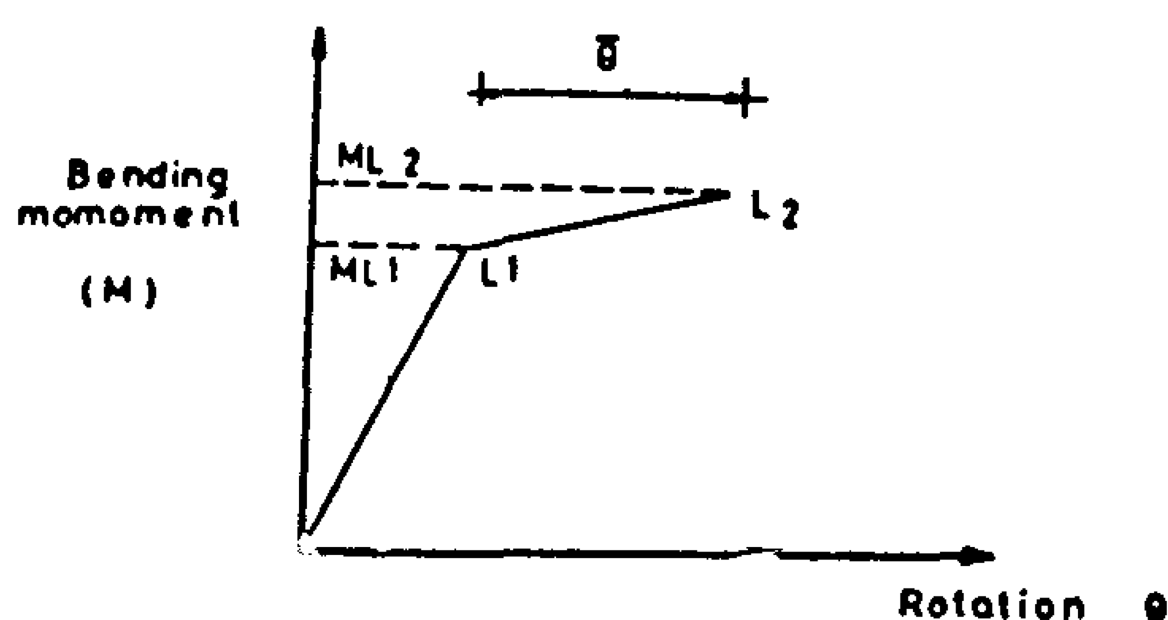


FIGURE 4 BI-LINEAR MOMEN-ROTATION DIAGRAM

3.2 The critical sections (S P C) :

The critical sections (S P C) are assumed at the extremities of members, sections b and c in figure 1, and only one (S P C) will be considered in the case of two members having the same orientation (section a). The effect of plastiticity concentrate in the plastic hings which could form at the critical sections only (S P C) when the value of ML1 is reached.

For each member the flextural rigidity (E I) equal the inclination of the line OL 1 in the Bi-Linear moment curvature diagram. This diagram will be determined from the simplified stress-strain curves for concrete and steel shown in figure 2.

For the calculation of the bending moment values at the limits ML 1 and ML 2, the effect of the normal forces will be taken into consideration as shown in figure 5.

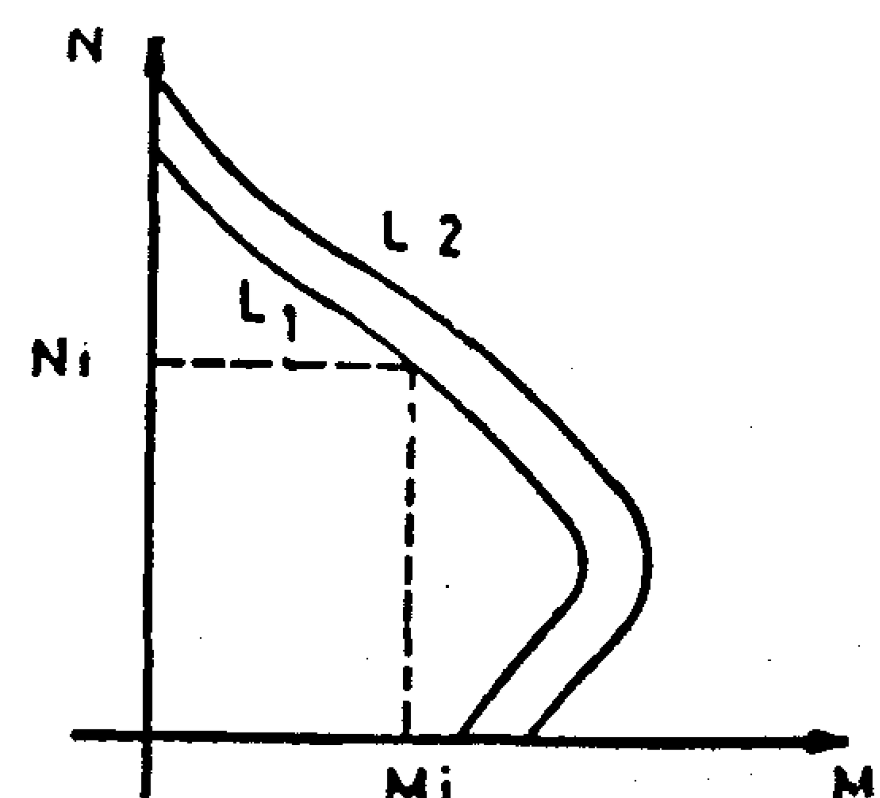


FIGURE 5 INTERACTION DIAGRAM N-M FOR A SECTION

The capacity of rotation (θ) will be taken from BAKER formula :

θ = 0,8 (ec 2 - ec 1) k1 k3 Z/d (Ref. No. 3)

NON LINEAR ANALYSIS OF REINFORCED CONCRETE FRAMED STRUCTURES

By : Dr. Ahmed El-Kafrawy(*)

1 — INTRODUCTION :

The facilities of using computers helped the analysis of reinforced concrete framed structures to take into consideration the exact behaviour of materials and the secondry order effects.

The behaviour of reinforced concrete structures should be considered as non linear for the following reasons:

a) Reinforced concrete is a heterogeneous material which is composed of concrete and steel reinforcement. Both of the concrete and steel has a non linear stress-strain curve.

b) Secondary order effects, i.e. the interaction between normal force and displacement (P/ $\triangle$ effect)[1].

2 — Methods of Non Linear Analysis For Reinforced Concrete Framed Structures :

There are two methods of analysis of reinforced concrete framed structures :

a) Step-by-step method.

b) Analysis of the structure at the limit state.

In the first method, the external forces are increased step by step. In each step the internal Forces and displacements of the stucture are determined. Thus the full picture of the behaviour of the sections may be studied until failure.

In the second method the mechanism of failure is to be estimated first and then TThTe advantages of the first meculated[2].

The advantages of the first method is that it gives a full study under the progress of loading of the structure till the limit state.

This method enables us to detect the local failure which may take place during any step of increasing the loads.

3 — Analysis of Reinforced Concrete Structures Using Simplified Method Based on Step-By-Step Technique:

The following method deals with reinforced concrete statically indeterminate framed structures shown in fig. (1) The proposed analysis is a two dimensional one, it takes into consideration the effect of second order parameters (P-$\triangle$ effect). Fig. (2) shows the stress-strain curves for steel and concrete.

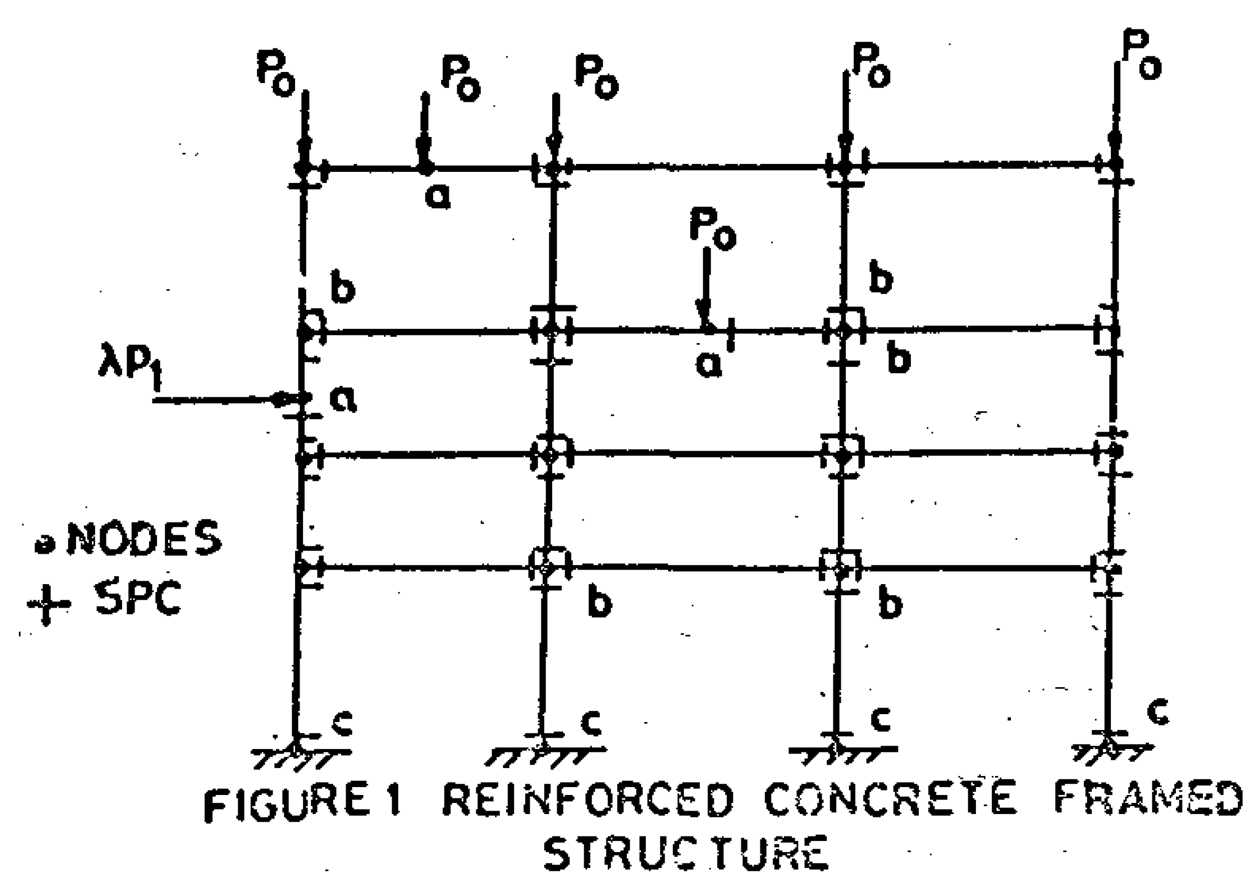


FIGURE 1 REINFORCED CONCRETE FRAMED STRUCTURE

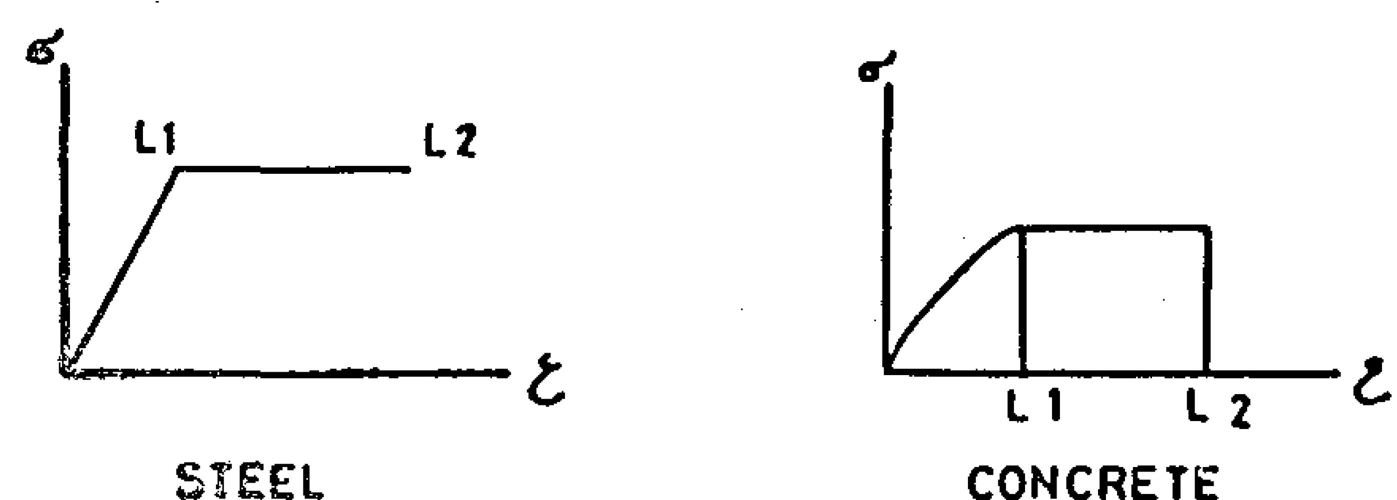


FIGURE 2 STRESS STRAIN CURVES

(*) Lecturer - structural Engineering Department Welwan University.

4-2 Trip-Time

All the deliverables given by the German method depend on the trip-time. As it was previously mentioned, it consists of T, Ta and Tv.

The trip-time model given by Fassard contains the above three elements [Dis/Speed + ADR + (AWT + AHT)] The fourth element (crew exchange) in Fassards'model appears that it was to taken into consideration in Germany method, but it can be included in Ta. The delay due to change of crew can only be taken into considration for freight trains, but it has no effect on passenger trains as they run on schedule.

The delay due to meeting for a single track can be considered from observation according to signal type and can be calculated for a known number of siding on the link. The explanation given by Fassards seems to be complicated and not necessary.

4-3 Time Consumed in Yards

The effect of marshling yards on pick up trains is very big. For other kinds of trains, this effect can be neglected as the policy today is to run unit trains. The handling of the problem which has been explained by Fassards is very good, and can be used in Egypt. The shape of the curve of available yard time must be defined for the condition of Egypt, after the improvement of the existing yards. For the time being an average value for parameter could be used.

4-4 Rates

The curves based on the tariff structure in Egypt used by Fassards can be accepted, only they need some refinement as the tariff for the Egyptian railway has been recently changed with the beginning of June 1979.

4-5 Loss and Damage and Reliability

To evaluate the user's costs. the above parameters must be known For the condition of the Egyptian railway it seems that no data are available. Observations and more elaborations must be done define these parameters.

5. Comments on the General Structure of the Model Given by Fassards

The following comments and issues should be taken into consideration in building the model.

Link description must include the following :

— Length of the block section (or number of siding)

— Number of stations or stops on the link

* The track capacity as calculated by the formula mentioned is an approximate method, as it gives only one kind of trains (usual through freight trains). The track capacity (number of trains per day changes according to the number of express trains running on the line. The problem of railway track capacity has been discussed in detail in the paper delivered in April 1979.

* The calculation of maintenance cost of the vehicles, locomotives and the way as explained by Fassards give only an overview on the problem. The Germany models can be used in this case.

6. References

[1] Jerome Fassard, Transportation Generalized Cost Functoin for Railroads & Inland waterways, MIT, 1!79

[2] Deutsche Bundesbahn, Dienstvorschrift fur die Berechnug der Kosten einer Zngfahrt (ZUko - All).

[3] Intercity Transportation in Egypt, Cairo University/MIT, to be Published in 1983.

[4] Stalzer/Beckert, Technische Mechanik fur Eisenbahnbetriebsingenieure, Transpress, Berlin 1968.

k_{ua} = personnel and material cost per 1 km L.E./year

G_z = weight of the train (loc + wagons)

L = length of the link

V_{BG} = load capacity of the link per day (L.t/day)

3-4-5 Renewal Cost of the Track Related Constructions

$$K_{ea} = \frac{e_{ea} \quad k_{ea} \quad G_z \quad L}{365 \quad V_{BG}} \quad \text{(L.E.)}$$

where the same notation as in item 3-4-4 are used

3-4-6 Interest Cost Due to Renewal of the Track and Related Constructions

$$K_{zf} = \frac{k_{zf}}{365\ V_{B6}} \cdot \frac{z_f}{100} \cdot G_2 \cdot L$$

where

k_{zf} = cost of the track and construction per 1 km

V_{BG} = dynamic load capacity of the link in both directions per day.

z_f = Interest rate %

G_2 = weight of the train

The kinetic energy of the train in hourspower hours is

$$75 \times E = \frac{1}{2}\ mv^2 = \frac{1}{2}\left(\frac{W_u \times 1000}{9.81}\right) \cdot \frac{v^2}{(3.6)^2}$$

$$E = \frac{1}{150}\left(\frac{1000}{9.81 \times 36^2}\right) W_u \cdot v^2$$

Since the amount of fuel consumed per hourspower hour is LPHPH, then for one stop the fuel consumption is

$$AFUEL = E \times LPHPH$$

For more than one stop equivalent is defined for example :-

- Diesel units and express train stop every 50 - 60 km
- Passenger trains stop every 8 - 10 km
- (average spacing between stations).
- Through-freight trains stop every 16-20 km
- Pick-up trains stop every 8-10 km

4- Remarks on the Submodels given by Fassrads

4-1 Fuel Consumption Submodel

The fuel consumption depends mainly on the work done to overcome the train resistance over a definite line length.This work to be done is a function of the engine hourspower. The fuel consumption for a given type of locomotive (LPHPH) must be known for all types of locomotives.

The train resistance should be calculated according to the equations used in Egypt (which are taken from the Germany literature).

The fuel used in accelerations can be neglected, if the number of stops over a certain link are not more than one. If the number of stops over the link is big, then this consumption must be taken into consideration as follows :

i- Total income per year including social insurance and overtime wages E_2

ii- Number of working hours per year

iii- Free days factor η

The personnel accompanying the train are .

1. Mechanician
2. Driver
3. Conductors
4. Servants

The basic formula to calculate the personnel cost per trip is :

$$K_2 = \frac{\Sigma E_2}{60 \; D_{st_z}(1-n_z)} . (T + T_a + T_v)$$

E_2 = income for the four types of persons L.E./year

D_{st_2} = yearly working hour

η_z = [permissible working hour-actual working hours]/actual working hour

Beside the cost K_2 per trip an overhead cost for personnel cost must be added which equal to about 10% of K(2)

3-4 Railroad Cost

3-4-1 Cost Due to Operating and Guarding the Line

$$K_{bb} = \frac{e_{bb} \quad k_{bb} \cdot L}{365 \qquad n} \quad \text{(L. E.)}$$

where :

e_{bb} = factor which shows actual expenses on the link per km to the average expenses from total net per km.

R_{bb} = average personnel expenses and cost of material dealing with operation and guard the track per 1 km (L.E./year)

L = link distance

n = number of Trains per day in both directions

$$= \frac{365 \times n_R + 300 \; n_G}{365} \text{ train/day}$$

in both directions

n_R = number of personnel trains in both directions/day

n_G = number of freight trains in both directions/day

If the links are composed of parts of different characteristics then

$$K_{bb} = \frac{k_{bb}}{365}\left[\frac{e_{bb_1} \cdot L_1}{n_1} + \frac{e_{bb_2} \; L_2}{n_2} + \dots + \frac{e_{bb} \; L_n}{n_n}\right]$$

3-4-2 Trainn-Trip-Cost Due to Maintenance

$$K_{uo} = [k_{uo} \; (a_o + a_1 \cdot V_{BG} - a_2 V_{BG}^2)] \; \frac{G_2 \; . \; L}{365 \; . \; V_{BG}}$$

N.B. : This submodel had been explained in a separate working paper.

3-4-3 Train-Trip-Cost Due to Renwal and Replacement

$$K_{eo} = [k_{oe} \; (a_h + b_h \quad V_{BG})] . \frac{G_2 \; . \; L}{356 \; . V_{BG}}$$

N.B. : Also this equation had been explained in a separate working paper.

3-4-4 Maintesance Cost of the Track related constructions (building, station,, bridges......)

$$K_{ua} = \frac{e_{ua} \quad k_{ua} \quad G_z \cdot L}{365 \quad V_{BG}}$$

e_{ua} = factor which shows the expenses on the link to the average expenses of the system.

3-2-2 Maintenance Cost for Freight Cars

$$K_{uw} = \frac{a_{uwz} \cdot k_{uw}}{60 . \eta_w \cdot D_{st_w}} \cdot \bar{a} \cdot (T + T_a) + \frac{a_{uwe} \cdot k_{uw}}{L_{1w} \cdot \eta_w} \cdot b . L + \frac{a_{uwl} \cdot k_{uw}}{V_{gw} \cdot \eta_w} \cdot G_w L \text{ (L.E.)}$$

where

a_{uwz} = ratio of the cost depending on the time

a_{uwe} = ratio of the cost dpending on the distance

a_{uwl} = ratio of the cost dpending on the loading

D_{st_w} = permissible operational hours for this type of wagons/year

L_{1w} = permissible kilometers for the car per year (km.axes)

b = number of the axels per train

L = distance covered km

V_{gw} = loading capacity of wagon (t.km)

G_w = weight of freight cars per train

a = number of cars of certain type in the train

3-2-3 Renewal of

Passenger Car

$$K_{ew} = \frac{a_{ew} \cdot k_{ew}}{60 \cdot \eta_w} \cdot \frac{a \cdot (T + T_a)}{D_{st_{wr}}}$$

where:

a_{ew} = portion of the trip costs for this type of wagons due to maintenance (usually 0.9)

k_{ew} = rate of renewal of one car from this type estimated as $\left(\frac{\text{Renewal caot - End cost}}{\text{Depreciation}}\right)$ (L.E./year)

a = number of cars used of the same type.

The rest of the symbols as before

Freight Car

$$K_{ew} = \frac{k_{ew}}{60.\ D_{st_w} .\ \eta_w} .\ a\ .\ (T + T_a) \qquad \text{(L.E.)}$$

k_{ew} = rate of renewal of one car as before (L.E./yar)

3-2-4 Renewal Interest Cost for Wagon

Passenger Car

$$k_{aw} = \frac{a_{2w} .\ k_{2w}}{60\ .\ \eta_w} . \frac{Z_w}{100} . \frac{a(T + T_a)}{D_{st_{wr}}}$$

Freight Car

$$K_{2w} = \frac{k_{zw}}{60\ .\ \eta_w} . \frac{Z_w}{100} . \frac{a(T + T_a)}{D_{st_{wr}}}$$

where

k_{2w} = cost of wagon or renewal of the wagon

Z_w = interest rat %

a_{zw} = portion of trip costs of this type of wagons due to interest cost = o.9

3-3 Personnel Cost

The crew cost can be calculated for a certain trip exactly if we know the following:

k_{e1} = estimated rate for renewal of the locomotive

$$\text{per year} = \left(\frac{\text{cost - End value}}{\text{Depreciation time}}\right) \qquad \text{L.E./year}$$

3-1-9 Interest Cost of the Locomotive

$$K_{21} = \frac{k_{21}}{60 . \eta_1} . \frac{z_1}{100} . \frac{T + T_a + T_v}{D_{st_1}} \qquad \text{(L.E.)}$$

K_{21} = cost of the locomotive renewal (L.E.)

z_1 = interest rate %

3-2 Wagons

3-2-1 Maintenance Cost for Passenger Car

$$K_{uw} = \frac{a_{uw} . k_{uw}}{60 . \eta_1} \quad \frac{a(T + T_a)}{D_{st_{wr}}} \qquad \text{(L.E.)}$$

where

a_{uw} = portion of the trip costs for this type of wagons due to maintenance (usually 0.9 and the rest of the wagon of the same type not to be used)

k_{uw} = cost of maintenance/wagon of the same type/year

η_1 = wagon usage factor (0.8 — 0.95)

$D_{st_{wr}}$ = number of hours permissible for this type of wagons per year.

A_p = gear box resistance t. km

H_a = number of hours needed for the maintenance of the engine due to exertion in the year

k_{Ha} = average cost for wages, material and others per one hour for the maintenance.

3-1-6 Maintenance Cost of the Locomotive Based on Time Limitation

$$K_{u2} = \frac{H_2 \cdot k_{H2}}{60 \cdot \eta_1} \cdot \frac{T + T_a + T_v}{D_{st_1}}$$

where

H_2 = number of hours needed for the maintenance based on time limitation for this type of engine.

k_{H_2} = wages, mat./hour

η_1 = usage factor of the locomotive = 0.85 — 0.95

3-1-7 Fixed Additional Cost for the Locomotive Maintenance (workshops ..)

$$K_{ufe} = \frac{k_{ufe}}{60.\eta_1} \quad \frac{T + T_a + T_v}{D_{st_1}} \qquad \text{(L.E.)}$$

k_{ufe} = fixed additional cost per locomotive per year

3-1-8 Renewal cost of the locomotive

$$K_{el} = \frac{k_{el}}{60.\eta} \cdot \frac{T + T_a + T_v}{D_{st_1}}$$

= 1.45 for the resulting design cars.

For Freight Trains :

$$(RRESIS)_{fr} = 2\ 0 + (0\ 007 + a)\left(\frac{V+15}{10}\right)^2$$

where

$(RRESIS)_{fr}$ = rolling and air resistance for freight cars (kg/ton)

a = factor taking the effect of loading of freight car
= 0.032 for over loaded cars
= 0.050 for train mixed cars (loaded + not loaded)
= 0.10 for train of leer cars.

V = max speed (km/hr.).

The total train resistance (kg/ton) can be calculated as follows :

$$(RRESIS)_{Tr} = [(RRESIS)_{loc} X\ W_{loc} + (RRESIS)_{car} X\ W_{cars}] / (W_{loc} + W_{cars})$$

then

$$RTRESIS = (W_{loc} + W_{cars})(RRESIS)_{Tr}$$

where

RTRESIS = total train rolling & air resistance in kg.

Fuel Used in Climbing Grades

The resistance for climbing grades (in thousands)

$$GTRESIS = THGD\ (W_{loc} + W_{cars})$$

where

THGD = grades in thousands %

GTRESIS = total train resistance for climbing grades in kg.

The third part for fuel consumption could be neglected as it is a minor part related to the two main parts mentioned above

The total fuel consumption is then

$$FUEL = \alpha\ X\ LRHPH\ X\ (RTRESIS + GTRESIS)\ (liter)$$

3-1-3 Other material needed for operations (oil, lubrication ......etc) :

It is usually calculated as a rate needed for one km.

$$K_{bs} = L\ \ k_{bs} \qquad (L\ E\ )$$

where

L = length of the link (km)

k_{bs} = price for oil, lubrication ...... per km.

3-1-4 Overhead Cost

It is usually taken as a ratio from the previous three parts and is equal 8-10%

3-1-5 Maintenance Cost of the Locomotive Based on Exertion of the Engine

$$K_{ua} = \frac{e_1\ \ H_a\ \ k_{Ha}.L}{L_d} + \frac{e_2\ \ H_a \cdot k_{Ha}.A_1}{A_{1d}} + \frac{e_3\ \ H_a \cdot k_{Ha}}{A_{pd}}\ A_p \qquad (L.E.)$$

where

e = depends on e_1 for the covered distance
e_2 for the work done
e_3 for gearbox resistance.

in other words e_1 , e_2 , & e_3 ratios for the total hour e need for maintenance divided on the three elements.

L_d = average distance per year for this type of engine km/year.

L = covered distance.

A_{1d} = average work to be done per year t km/year

A_1 = indicated work done by the design t. km.

A_{pd} = average gear box resistance per year t. km/year

3-1-2 Fuel Consumption

The Germany method for calculating fuel consumption depends on a very accurate but time consuming method. It goes through many small details related to the link's characteristics parameters (grade, curvature, rolling stock type and shape of the engine curves of energy also accelerating and bracking processes through train travelling time. The simpler method given by Fassard is very applicable for calculating the fuel consumption. There are three main sources of feul consumption :

1. fuel used in overcoming air, wind and rolling resistance on straight. level track;
2. fuel used in climbing grades;
3. fuel used in acceleration.

The unites used by Fassard are not suitable in Egypt. For this reason the metric system is to be required.

The equations used for calculating rolling and air resistance according to Fassard is not suitable because it uses coefficient which must be tested in Egypt. The equations used in Egypt seem to be suitable to be used.

The basic relationship for fuel consumption is

$$FUEL = \alpha \; [\, TRESIS \times KLM \times LPHPH \,]$$

where

FUEL = fuel consumed in liters

TRESIS = train resistance in kg.

KLM = klometers travelled.

LPHPH = Liters per horsepower/hour.

α = constant with these units usually equals 1/513.6

The train resistance TRESIS can be calculated using the German equations [4]. These equations have been used in calculating train resistance in Egypt and their accuracy has been checked.

Rolling and Air Resistance :

— For diesel locomotive

$$(RRESIS)_{loc} = \left[2\,5\, W_{loc_1} + 5\, W_{loc_2} + 4\left(\frac{V+15}{10}\right)^2\right] / (W_{loc_1} + W_{loc_2})$$

where

(RRESIS) = specific rolling iand air resistance (kg/ton).

W_{loc_1} = the weight from the total weight of the locomotive which lies on non-tractive axels (ton)

W_{loc_2} = the weitht from the total weight of the locomotive which lies on tractive axels (ton).

V = speed (km/hr.)

— For passenger Cars

$$(RRESIS)_{pas} = 1\,9 \cdot b\, V + \frac{0.48}{\Sigma W_{TR}} \times (n + 2\,7)\; c\; \left(\frac{V+15}{10}\right)^2$$

where

$(RRESIS)_{pas}$ = specific rolling and air resistasce kg/ton.

b = factor taking the effect track levelling ...-

= 0.0025 for car with 4 axels

ΣW_{TR} = total weight of passenger cars in the train having n cars.

c = factor taking the effect of the design/ shape of passenger cars.

---

* The notations and symboles used are the same as in Germany literature.

2-4 Costs related to the Railroad : They are :

- Cost of people who watch over the trip.
- Maintenance of the permanent way work.
- Renewal of the permanent way work.
- Maintenance of railroad buildings (constructions).
- Renewal of railroad buildings (constructions).
- Overhead cost as a ratio for the last 4 elements.
- Interest cost for the permanent way

The method used for calculating the cost of the maintenance and renewal of the permanent way had been explained in a separate work paper.

3) Submodels for Calculating the Elements of Linehaul Train-Trip-Cost

The following equations are based on calculating the cost for **one trip.** The governing factor is that the linehaul trip time, which is composed of three parts :

T = actual running time during the trip (min.)

Ta = standstill or halt time. (min.)

Tv = time for preparation. (min.)

The first part of the time T can be calculated depending on the length of the link and the train speed which are taken as follows [3] :

The second and third part could be estimated according to operation condition and number of stops over the link.

3-1 Locomotive

3-1-1 Personnel cost to take care of the locomotive (t depends on the type of the engine and the permissible operating hours per year. It can be calculated as follows :

$$K_{bpf} = \frac{k_{bpf}}{1 - \eta_{ba}} T_{wbm} \frac{365 (T + T_a + T_v)}{60 \; D_{st}} \quad \text{(L.E.)}$$

where

K_{bpf} = average wages for man/day taking into consideration social insurances.

η_{ba} = ratio between total free days to working days.

T_{wbm} = number of man/day needed for this type of locomotive for every operating day. (it can be assumed needed for this type of locomotive for 0.3 to 0.6).

D_{st} = permissible working (operating) hours for this type of locomotive in the year.

Diesel units and express train	Single	= 80 km/hr.
	Double	= 95 km/hr.
Passenger trains (single & double)		= 50 km/hr.
Through freight train " "		= 50 km/hr.
Pick-up Train " "		= 45 km/hr.

TRAIN-TRIP-COST OF LINEHAUL SEGMENT

BY

Dr. F. ABD EL-BARY

PROF. OF TRANSPORTATION PLANNING AND RAILWAY, FACULTY OF ENGINEERING CAIRO UNIVERSITY

26 MARCH 1983

1) Introduction :

The thesis done by Jorme Fassard in the MIT has presented some submodels which could be used in calculating certain inputs of the railroad mode [1]. These inputs are of great importance in the unimodal model when calculating the GCF. Some items of the work need more investigation and conformation. In this paper. the Germany experiences are compared with that gained from the thesis [2]. A complete view on the method calculating linehaul segment of train-trip-cost is presented which seems to be applicable for E.R. Railway.

2) Steps of Calculating Linehaul Train-Trip- Cost :

The components of the total cost are divided into four basic groups as follows:

2-1) Costs related to the locomotive : They are

— Personal cost for people who take care of the locomotive.

— Fuel consumption cost.

— Other material cost needed (oil)

— Overhead cost as a ratio from the above 3 elements.

— Maintenance cost based on exertion (fatigue) of engine

— Maintenance cost based on limitation

— Fixed additional cost form maintenance (workshops).

— Renewal of the locomotive.

— Interest cost of the locomotive.

2-2 Costs related to the Vehicles (wagon). They are :

— Maintenance cost.

— Renewal cost.

— Interest cost.

2-3 Costs related to the personnel accompanying the Train :

Crew People : They are : -

— Engine mechanician who takes care of the engine.

— Train driver.

— Train conductors

— Train servants.

BUILDING & CONSTRUCTION

INST. OF CIVIL ENGINEERS
INST. OF ARCHITECTS
INST. OF IRRIGATION ENGINEERS

CONTENTS

GENERAL SECTION :

JOURNAL OF THE EGYPTIAN SOCIETY OF ENGINEERS

28 Ramsis St. Cairo ARE Tel. 740488

VOL. 25 **ISSUE NO 1. 1986**

- Issued quarterly - Contributors are invited to submit material for editorial consideration addressed to the Editor. The Journal cannot accept responsibility for loss or damage of any material.

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS OF ARTICLES

— The Journal publishes articles contributing to the advancement of engineering science and applications.

— Articles may be written in Arabic or English and presented in triplicate with an abstract in both languages.

— Author's names should be given in full, together with their academic titles and professional occupation.

— Articles may not exceed 8 pages. In this respect, mathematical derivations may be abbreviated and tables replaced by curves.

— The Jornal does not hold itself responsible neither for the opinions nor the content expressed by the authors..

— Curves to be drawn on tracing papers, and to occupy half a page at most. Exceptionally, full page curves or plates are admitted. Curves presented will be scaled down to these sizes. Figures and lettering on curves should not be less than 3 mm even after scaling down.

— References to be given at the end of each article and classified alphabetically according to auther's name followed by the name of the journal or book and the date of issue.

— Authors will be presented with two proofs, the first one accompanied by a correction convention chart to ease the work of typing correction.

Magasine Subscriptions

Society members : Free

Inland Subscriptions :

Non-members	20 L.E
Non-engineers	50 L.E
Organisations	500 L.E
— Forgein Personnel	75 Us
Foreign Organisations	500 Us

مجلة جمعية المهندسين المصرية

٢٨ شارع رمسيس ــ القاهرة ج ٠ م ٠ ع ٠ ت : ٧٤٠٥٦٩/٧٤٠٤٨٨

المجلد الخامس والعشرين — العدد الثانى ١٩٨٦

- تصدر المجلة ربع سنوية .
- ترسل النصوص المطلوب موافقة هيئة التحرير على نشرها باسم السيد/ رئيس التحرير . وهو غير مسئول عن فقد أو تلف أى نص .
- تنشر المجلة المقالات التى تسهم فى رفع مستوى العلوم الهندسية وطرق ممارستها .
- تقبل للنشر المقالات باحدى اللغتين العربية أو الانجليزية على الآلة الكاتبة ومعها ملخص بكل من اللغتين .
- المجلة غير مسئولة عن الأراء والمحتويات التى تنشر وهى تعبر عن كاتبها فقط
- تذكر أسماء أصحاب المقالة كاملة باللغتين ومعها القابهم العلمية ووظائفهم .
- يراعى الا تتجاوز المقالة ٨ صفحات بالمجلة ، وفى سبيل ذلك يختصر الاشتقاق الرياضى ويستعاض عن الجداول بمنحنيات مرسومة بالحبر الشينى الأسود ، على أن يشغل المنحنى نصف صفحة على الأكثر ولا يشغل صفحة كاملة الا فى حالات استثنائية وسيصغر أى منحنى الى تلك المقاسات .

  ويراعى الا يقل ارتفاع الحروف أو الأرقام على المنحنيات المنشورة عن ٣ مم بعد التصغير .
- يعنى بذكر المراجع المستقى منها المقال وتصنف تبعا لاسم المؤلف ثم العنوان ثم المجلة او الكتاب وتاريخه .

اشتراكات المجلة :

يتلقى أعضاء الجمعية نسخهم مجانا .

ولغير الأعضاء :

الاشتراك السنوى للمهندسين	**٢٠ جنيها**
الاشتراك السنوى لغير المهندسين	**٥٠ جنيها**
الاشتراك السنوى للهيئات	**٥٠٠ جنيه**

وخارج مصر :

للأفراد ٧٥ دولار أمريكى سنويا .

وللهيئات ٥٠٠ دولار أمريكى سنويا .

وذلك عن الأربع اعداد السنوية ويعامل العدد الواحد بواقع الربع من هذه القيمة .

وتعطى أولوية النشر بالمجلة للسادة الزملاء اعضاء جمعية المهندسين المصرية .

رقم الايداع بدار الكتب ٢٩٨

طبعت بمطابع دار الشعب

محتويات العدد

التشييد والبناء

القسم العربى :

****

القسم الأفرنجى :

التصنيع والانتاج

القسم العربى :

***

القسم الأفرنجى :

الخامات الأولية والصـناعات الكيميائية

القسم العربى :

القسم الأفرنجى :

التشييد والبنـاء

جمعية المهندسين المعماريين
جمعية المهندسين المدنيين
جمعية مهندسى الرى

تصحيح مفهوم العمارة الاسلامية

د. سامح العلايلى

يختلف فن العمارة عن بقية الفنون التشكيلية الاخرى : كالتصوير والنحت والحفر والزخرفة فى امور عديدة ويتفق معها فى القليل منها .

فكل تلك الفنون ما هى الا تعبيرات حرة عن احاسيس الفنان تجـاه أمور دنيوية وروحيـة بالكتلة واللـون والملمس ، وينحصر اثر هـذه التعبيرات فى نطاق مجتمع خاص ومحدود ، ممن لديهم القدرة على التـذوق الفنى ، ولا يترتب على ابداع الفنان فى هذه الحالة مسئوليات أو التزامات محـددة تجـاه المجتمع ، وان كان اتساع دائرة المتذوقين للفنون بصفة عامة من شأنه أن يؤدى الى تنمية هادئة وئيـدة لملكات ومواهب الافراد والمجموعات .

اما بالنسبة الى فن العمـارة بالذات فانه يختلف عن سائر الفنون التشكيلية الاخرى من حيث مجال عرض نتاجها ، فهذا المجال مفتوح على الملأ بجميله وقبيحه ، وبالتالى فالتفاعل مباشر بينه وبين قاعدة عريضة من الافراد ، وشئنا أم لم نشأ فان العمران والمعمار يشكلان الاطار البيئى للتجمعات السكانية ، فما هما فى الواقع الا تعبير صريح عن احوال السكان ومرآة صـادقة تعكس نبضـاتهم ومستواهم الفكرى والحسى وتكشف خلفيتهم العلميـة والتقنية والاقتصـادية . والانجـازات فى هـذا المجال تفرض نفسها على البيئة المحيطة لازمان طويلة مما يؤكد عظيم شأنها وجلال خطرها ، بحيث يتـأرجح تأثيرهـا على النفـوس البشرية بين الايجابيـة والسـلبية طبقـا لارتفـاع أو تدنى مستواها .

وفى الازمنة الماضية كان المهندس المعمارى يسيطر تماما او على الاقل بدرجة كبيرة على مستواه كفرد وعلى قدرات فنه ومهنته ، فقد اختار طريقه برغبته واختياره ، وتعلم أصـول صنعته باسلوب بسيط فى مظهره واصيل فى جوهره . وكانت مسئولياته والتزاماته محدودة تجاه عملائه ، حيث حجم الانتاج قليل وعجلة الزمن طوع يديه بالدرجـة التى سمحت له باتقان فنه أو حرفته ، بعد ان اتيحت له فرصة التفكير والتأمل والاصلاح والتعديل فى انماط الابداع التى وصلت اليه ، وكانت غايته ارضاء ربه أولا ثم ضـميره ثانيا واخيرا تقاليـد مهنته تجاه متطلبات عملائه وظروف الحياة المحيطة ، ولم يكن الحاح تطلعاته الى الربح والشهرة هو المحرك الأكبر وراء ممارسته لنشـاطه المهنى والفنى .

ومع تعقد واتساع متطلبات الحياة ، اندمج ذلك الفن الجميل « بالتدريج » ليس فقط فى علوم البنـاء المتطورة ، بل ايضـا بعلوم اخرى كالتخطيط والاقتصاد والبيئة والاجتماع .. الخ ، واصبح لزاما على المهندس المعمارى ان يتنازل عن صـومعته للتعرف على التطورات الخطيرة التى تحدث خارجها ، سواء فى المجالات المتصلة بمهنته بجوانبها التقليدية والمستحدثة ، او بالنسبة للظروف الاجتماعية المحيطة به ، واضطر دفاعا عن نفسه الى الالتحام فى مجموعات تضم اقرانه وغيرهم من المتخصصين فى المجالات المرتبطة بنشاطه ، وبدأ يفقد سلطته وصلاحياته بالتدريج حيث لم تعد كلمته هى الفيصـل ، وتلاشت شخصية بصمته على عمله ، واصبحت تلبية الاعتبارات المثلى والعليا التى تلقنها تأتى فى المرتبة الثانية بعد الرضوخ لمتطلبات اخرى مادية اكثر أهميـة له وللمجتمع المحيط به ، واصبح الوجه الجديد لانتاجه هو وجه جماعى ، ومن ثم حل الانتـاج الجمـاعى محل الابداع الفردى ، وبالتالى لم يعـد مستغربا ان ذلك الاتجاه الجماعى للحـياة الجديدة قـد افلح فى محو شخصيـة الفرد بكل اعتبـاراته الفريدة والمتميزة ، وأصبح الاسلوب النمطى التقليدى هو الغالب ، حيث لا اعتبار للرغبات الشخصية للانسان الذى هو فى الاصل اللبنة الاساسية للمجتمع ، واصبحت الاولية المطلقة لمتطلبات الاعداد الكبيرة ، وبفقـدان الفرد لشخصيته ، اصبحت الغلبة للقطيع الاقوى سـلاحا والأكثر جلبة وضوضاء ، وسـادت الغوغائية وانزوى الفـكر المتعمق امام الرغبـات المادية المتزايدة للمجموعات البشرية .

* أستاذ م . تخطيط عمرانى ــ جامعة القاهرة

واذا تتبعنا تطور فنون العمار والعمران للحضارات المختلفة عبر العصور ، لوجدنا انها دليل صادق وسجل تاريخى دقيق لارتقائها او لتدنيها . فتارة طبعت على صفحات التاريخ بصمات قوية واصيله كترجمة للحظات المجد ، وتارة خلفت ورائها بصمات هزيلة فى لحظات الافول والاندثار .

ولقد عبر فن العمارة من هذا المنطلق عن الحضارة الاسلامية اصدق تعبير ، فحين بلغت اوج مجدها ، جائت الانجازات المعمارية مؤكدة لروح الدين الحنيف ، وحين بدأت فى الافول والتدهور بالبعد عن الجوهر والتمسك بالمظهر انتج ذلك انماطا من التعبيرات المعمارية لاتمت الى الاسلام الا من زاوية ما ارتبط فى اذهان العامة من مفهوم سطحى للعمارة الاسلامية ، تتمثل فى التمسك بالطرز (أو المودة) التقليدية والنمطية سواء كانت انشائية أم زخرفية .

لقد ظهر الاسلام فى الجزيرة العربية منذ حوالى خمسة عشر قرنا ، وامتد تأثيره وانتشر خارج الجزيرة خلال فترة زمنية قصيرة بالقياس الى وسائل الاتصال المتوفرة فى حينها ، وبفضل الرواد الاوائل الذين حملوا لواء الدعوة الاسلامية ، امكن للدين الجديد ان يغطى مسطحات هائلة من المعمورة امتدت لآلاف الاميال فى كافة الاتجاهات . وقد نتج عن ذلك المد الاسلامى امتزاج لاساليب الحياة للامم والشعوب التى دخلت الى الاسلام ، وانعكس تأثير ذلك الامتزاج ، ضمن امور اخرى كثيرة على فنون البناء والتشييد ، بما تحويه من أساليب وطرق وطرز مختلفة ، من النواحى التصميمية والانشائية والزخرفية ، وتداخلت المهارات الحرفية ، وتأثرت واستخدمت بالكيفية التى عبرت بها عن الفكر السائد فى حينها .

وفى بداية ظهور الاسلام ، كانت تعاليم الدين الاسلامى والسنة الشريفة تلقن مباشرة فى مهدها من الرسول عليه الصلاه والسلام ومن بعده الصحابه رضى الله عنهم الى عامة المسلمين وكانت القدوة الصالحة ظاهرة بجلاء فى كل نواحى الحياة ، حيث الصراحة والامانة فى التعامل ، والبساطة والزهد فى المظهر العام ، مع تجنب الماديات الكاذبة وتفادى التكالب على المكاسب الدنيوية ومراعاة مشاعر ورغبات الآخرين ... الى غير ذلك من القيم الاسلامية التى تمثل روح المجتمع الاسلامى الصحيح . ومن هذا المفهوم يمكننا ان نستخلص انعكاس اسلوب الحياة الاسلامى على سائر امور الحياة والمجالات المحيطة بها ومنها فن العمارة .

وحتى نحقق العلاقة الصحيحة التى يمكن على أساسها نسبة العمارة الى الاسلام ، يتحتم علينا أن نعى بوضوح أهداف الدين الاسلامي حتى نتمكن من تحديد ماهية العمارة الاسلامية بأمانة .

ان الغاية الكبرى للاسلام هى تصحيح علاقة الانسان بالله وبالحياة ، ففى العلاقة الاولى يحرص الاسلام على التركيز على معنى عبودية الانسان لله ، بشكل يجعل الغاية العليا للانسان هى طاعة اوامر الله والامتثال لتعليماته ، والاذعان التام لكل ماقضى الله به . وفى العلاقة الثانية يهتم الاسلام بالحياة باعتبارها المعبر الوحيد للآخرة ، والوسيلة الوحيدة التى يمكن من خلالها للانسان ان يفوز برضا الله وبالتالى يستحق جنته ويتفادى عذاب جحيمه .

ولما كانت السمة البارزة فى الاسلام هى البساطة والوضوح والوحدانية ، فى كل شيء ، فان كل تعاليمه تتميز :

(أ) بعدم التعقيد : فليس فى الاسلام ما يستعصى على فهم العامة ولا مايحتاج الى خلفية ثقافية معينة أو مستوى اجتماعى معين .

(ب) الوضوح : فتعاليم الاسلام شديدة التحديد والوضوح ليكون من السهل على كل الناس الاذعان لها ، فيسقط الاحتجاج بأى سبب يبرز عدم الامتثال للاوامر الالهية .

(ج) الوحدانية : فالله واحد ، ومصدر التشريع الضابط للسلوك البشرى واحد ، والجماعة الاسلامية واحدة ، كما أن أهل الكفر كلهم ملة واحدة ، ويتوعد الاسلام من يحاول شق وحدة الصف المسلم بأقصى العقاب، ويحمى الاسلام هذه الوحدة وكافة مظاهرها بأنظمة الشريعة لتوفير اقصى حماية لهذه الوحدة فى كل صورها .

ولكى توصف العمارة ـ شأنها فى ذلك شأن اى نشاط انسانى ـ بأنها اسلامية ، فان ذلك يعنى ان تكون مطابقة لمقاصد الاسلام ومتفقة مع غاياته ومتأثرة بوسائله . ويمكن القول بأن الخصائص التالية تساعد على امكان اعتبار العمارة ـ فى مكان وزمان محددين ـ بانها اسلامية : ـ

(أ) البساطة والملائمة للوظيفة : فالاسلام لايقر التبذير والاسراف فى أى شيء ، وانما يوجد

الشيء بالقــدر الملائم لمقتضــاه ، دون تزيد ، والمحقق للاهداف العامة للاسلام من المحافظة على النفس والعقل والمــال والدين وبما يتمشى مع الظروف البيئية والمناخية .

(ب) احترام الآداب الاسلامية : وفى مقدمتها حماية الحق فى الخصوصيــة وحرمة المسكن وعزله عن الأماكن العامة ، وتيسير منع الاختلاط المبــاشر بين افراد الاسر المتجــاورة ، وتوفير الحماية المناسبة للاسرة من التطفل .. فضلا عن مراعاة مشاعر الناس وعدم التظاهر بالقوة او الثراء بصورة استفزازية وبدون مبرر .

(ج) عدم التقيد بشكل معين : الان مراعاة الاعتبــارات الســالفة الذكر تختلف الوسيلة المناسبة لتحقيقها باختــلاف الاماكن والازمنة والعادات والظروف البيئية والمناخية ، فضلا عن ان الاسلام لايمنح اى قداسه خاصة للشكل او المظهر ، وانما يعنى دائما بالمحتوى او الجوهر والملاءمة لمقتضى الغرض المطلوب تحقيقه ، تنفيذا للمقاصد الاسلامية السابق الاشارة الى أهمها فيما تقدم .

(د) احترام شخصية الفرد : فعلى الرغم من أن الاسلام قد سوى بين الناس فى الحقوق والواجبات ، الا انه قــد سمح باطلاق العنان للمميزات الشخصية لكل فرد دون قيد (اللهم الا عدم الاضرار بالآخرين) بحيث يستثمر المسلم قدراته المتميزة وصفاته الشخصيــة ، ويعبر عنها ، دون ماحد .

وانطلاقا مما تقدم ، فانه يمكن القول بأن كثير من الافكار الراسخة فى اذهان العامة بل وبعض المتخصصين عن مفهوم العمارة الاسلامية وحصره فى الشكل دون المضمون ، مع تحديده باستخدام انماط محددة للاعمــدة والاقواس والقبــاب والاقبيــة والمقرنصــات والزخارف الهندسية ، انما تحتاج الى تصحيح ، خاصة وأن العمارة الاســلامية لم تبتكر اى من هــذه الاســاليب او الطرز ، فقــد وجدت كعناصر منفصلة واستخدمت قبل ظهور الاسلام .

غاية الأمر انه نتيجة الاختــلاط والتداخل المشار اليهمــا ، واللذين واكبا انتشــار المــد الاسلامى فى مجتمعات مختلفة متناثرة ومتباعدة ومتنوعة ، فقد تم تجميع وتأصيل العديد من الافــكار واســاليب حرف البناء والزخــرفة وامتزجت كل هذه الامور حتى كادت ان تصبح وحدة واحدة بعد ان كانت متفرقة فى الازمنة القديمة ، واستخدمت بعناية وذكاء فى مجالات التشييد والبناء ، وهى وان اختلفت فى مظهرها الخارجى تبعا لتوقيت وموقع انشائها ، الا انها لم تختلف فى جوهرها ، حيث جمعتها افكار موحدة مثل تأكيد الخصوصية والبســاطه فى التعبير ومراعاة مــلائمة الشيء لوظيفته وظروفه .. الخ مع تقوية المهــارات الفنيــة الحرفية والتقنية .

ومع مرور الزمن وتحول شمس الحضارة الاسلامية الى الافول ، حدث بالتدريج تحــول فى الشكل الظاهر للمبانى المسماه « ذات طابع اســلامى » فلقــد اتجهت الجهود الى اخراج عمائر مزركشــة مبرقشة منمقة ، تلصق بهــا بسبب وبدون سبب وبانتحال واضح اشكالا بنائية وزخرفية تقليدية محددة بدعوى اضفاء شخصية وطابع العمارة الاسلامية عليها .

ولعله لا يخفى ما فى هذا الاتجاه من خــروج كامل على مقاصد الدين الاسلامى المشار اليها من قبل ، ذلك ان هــذه الانجازات « المســماه بالاسلامية » ما هى الا اســتعراض مكروه للقوة والثراء ، وهو استعراض يأتى فى غير محله ، ذلك لأن التعبير عن القوة والثراء يجب ان يتم بطرق مخالفة ، أهم واوقــع ، مثل المســاهمة فى نشر الحق ، أو النهوض بالخدمات التى تؤديها الدولة لمواطنيها أو تلبية متطلبات المحتاجين .. الخ .

ان الدين وحــدة واحــدة متكاملة والقيم الجليلة التى يمليها الاسلام والتى وصلت الينا من القرآن والسنة وســير الصــحابة يجب ان تسيطر على كل جــوانب الحيــاة فى المجتمــع الاسلامى ، ومن الخطورة بمكان أن تشذ جوانب من النشاط الانسانى بعيدا عما تقضى به هــذه القيم الرفيعــة التى ترفض المباهاه والخيــلاء والتكلف والاسراف ، وتعلى من شــأن تلبيــة الاحتياجات الحقيقية للانسان فى غير ما مبالغة أو تقتير ، ان هــذه القيم يجب ان تكــون هى الحاكمة على أساليب فن العمارة الاســلامية ، بقدر ما يجب ان تكون هى ايضا مقياس السلوك الاسلامى الصحيح فى كل المجالات ومن الرياء ان نتحاكم الى هذه القيم عند وزن تصرفات الافراد، ثم نضرب بها عرض الحائط وتستبدل بها مقاييس نمطية وتقليدية واجنبية تماما عن روح الاســلام الحقيقية عندما نحاول تقييم العمارة الاسلامية ، فنبتذل هــذا المصــطلح الجميــل ونجعله ثوبا فضفاضا يتسع لأمور بعيدة وغريبة تماما عن تلك الروح الاسلامية الحقيقية .

قرى شباب الخريجين
تجربة ـ تحليل ـ تقييم

د. عاطف حمزه حسن

فى أواخر عام ١٩٨٠ أعلنت الدولة عن قيام ثورة زراعية تهدف الى الاستفادة من جميع الطاقات الكامنة بها سواء أرضا صالحة للاستزراع أو كانت طاقات بشرية . وكان هدفها فى ذلك التوسع فى المجال الزراعى أفقيا ورأسيا. عملا على تحقيق أعلى انتاجية للاراضى الزراعية سواء ما كان منها منزرع حاليا أو قابل للاستزراع مستقبلا .

وقد رأت الدولة الاستفادة من طاقات الشباب الجامعى الحديث التخرج فى القيام بهذا الأمر فى نطاق تخطيط متكامل اقتصاديا واجتماعيا وعمرانيا . خاصة وبعد أن تأكد نجاح التجربة فى قرى منطقتى مريوط وشمال التحرير .

لهذا فقد قررت تشغيل هذه العمالة الشابة المتعلمة والاستعانة بها (بعد التدريب) فى تحقيق ثورتها الخضراء ، وذلك بتمليك هؤلاء الشباب لأراضى الدولة المستصلحة مع امدادهم بالامكانيات اللازمة والوسائل الحديثة والمتطورة . وهم أقدر على استيعابها . وبهذا يمكن أن تتحقق النتائج التالية : ــ

ــ عدم تكدس العمالة بالمصالح ودواوين الحكومة والقطاع العام .

ــ تشجيع الشباب على خلق آفاق عمل جديدة بدلا من الاعتماد على الوظائف الحكومية .

ــ زيادة الرقعة الزراعية وخلق محاور عمرانية جديدة بعيدا عن الوادى والدلتا تكون نواة لتأكيد العمران على هذه المحاور ــ وكثيرا ما نادى رجال التخطيط بهذا الاتجاه .

ــ استغلال مخزون المياه الجوفية فى حل مشكلة الغذاء بالبلاد .

ــ اقامة صناعات تعتمد على الانتاج الزراعى والحيوانى فى تلك المناطق توفيرا لفرص عمل اضافية بهذه المجتمعات الجديدة .

ولقد قامت الدولة بحصر المناطق التى يمكن أن تتحقق بها هذه السياسة وحددت عددا منها . ثم بدأت فعلا فى وضع التخطيط العام والعمرانى لكل منها . وهذه المناطق هى : ــ

ــ منطقة غرب النوبارية .

ــ منطقة غرب الموهوب .

ــ منطقة الفرافرة .

ــ منطقة أبو منقار بالصحراء الغربية .

ــ منطقة شرق قناة السويس .

وتم وضع المخططات العامة والعمرانية المتكاملة لهذه المناطق بعد توفير المنهج العلمى لاقامة مجتمع من الخريجين الجدد . وتحددت أهداف هذه السياسة فيما يلى : ــ

ــ وضع سياسة استزراع الأراضى الزراعية بالمنطقة .

ــ تقسيم المساحات الزراعية المتاحة الى ملكيات أو حيازات زراعية .

ــ انشاء تجمعات عمرانية على شكل قرى للملاك الحائزين والعمال مزودة بالمرافق والخدمات العامة لتحقيق الاكتفاء الذاتى لها . ويمكن ان تتجمع الخدمات المركزية فى أحدى القرى بالمنطقة الواحدة اذا تعددت القرى بها فى نفس الوقت الذى توضع فيه شبكة طرق لخدمة عمليات النقل بكل منطقة وربطها بباقى مناطق الاقليم .

ــ وضع الأسلوب العلمى المناسب والمتطور لتنمية اقتصاديات كل منطقة ومحاولة ايجاد صناعات خفيفة بها .

ــ توفير الكم المناسب والوافر من الخدمات الترفيهية والترويحية تدعيما للاستقرار بتلك المناطق خاصة وأن معظمها داخل النطاق الصحراوى . حتى تتوفر الحياة المنتظمة والبيئة المناسبة للعمل والمعيشة .

ــ حماية المساحات المنزرعة والقرى بتلك المناطق من الظروف الحارة الصحراوية التى تواجهها مثل الرمال والاتربة المثاره . وذلك بعمل مصدات كافية للرياح .

مدرس بكلية الهندسة ــ قسم تخطيط ــ جامعة الازهر

ـ ايجاد التوازن المناسب بين المصادر المائية واحتياجات التنمية والاستيطان ـ وبين معدل تصريف الآبار فى المناطق الصحراوية ومعـدلات الاستصلاح ـ وبين زمامات الآبار من الأراضى الزراعية وحجم الاستيطان سكانا وانشطة .

وبناء على ذلك فقـد وضـعت مجمـوعة المخططات لهذه المناطق متضمنة مجموعة الأهداف السابقة بصورة عامة ـ وكانت أهم ملامح هـذه المخططات ما يلى : ـ

*** خطط العمـران :**

ـ تراوحت اعداد القرى فى هذه المناطق بين ٣ ، ٥ قرى بكل منطقة .

ـ خضعت جميع المخططات العمرانية بقرى الشباب لظروف البيئة الصحراوية وظهر ذلك واضحا فى التركيز على : ـ

* البئر هو رمز الحياة والعنصر الرئيسى الذى يجب حمايته والحفاظ عليه .

* شوارع المشـاه ضيقة مظللة تطل عليها المداخل الرئيسية للمساكن ويمكن أن تظلل طبيعيا بالأشجار أو عن طريق عمل البواكى على جانبيها. هذا بجانب احتوائها على عناصر جمالية مختلفة ونابعة أصلا من ظروف البيئة .

* الاكثار من الفراغات الضيقة والمقفولة فى مناطق التقاء شوارع المشاه .

* جميع المساكن لا ترتفع لاكثر من دور واحد وبها حوش أو حديقة داخلية .

* الاكثار من توجيه المبانى نحو الشـمال لاستقبال الرياح السائدة المستحبة صيفا .

ـ تركزت الخدمات الأساسية للسكان فى هذه المناطق بالقرية الرئيسية دائما .

وبالتالى تكون نسبة مساحة مركز الخدمات بها أكبر منها بالقرى الفرعية .

ـ تتكون اسـتعمالات الأراضى من مناطق منزرعة وقرى بها مسـاكن للخريجين وأخرى للعمال ثم مناطق الخدمات .

ـ أوصت جميع المخططات بزيادة نسـبة الخدمات الترفيهية .

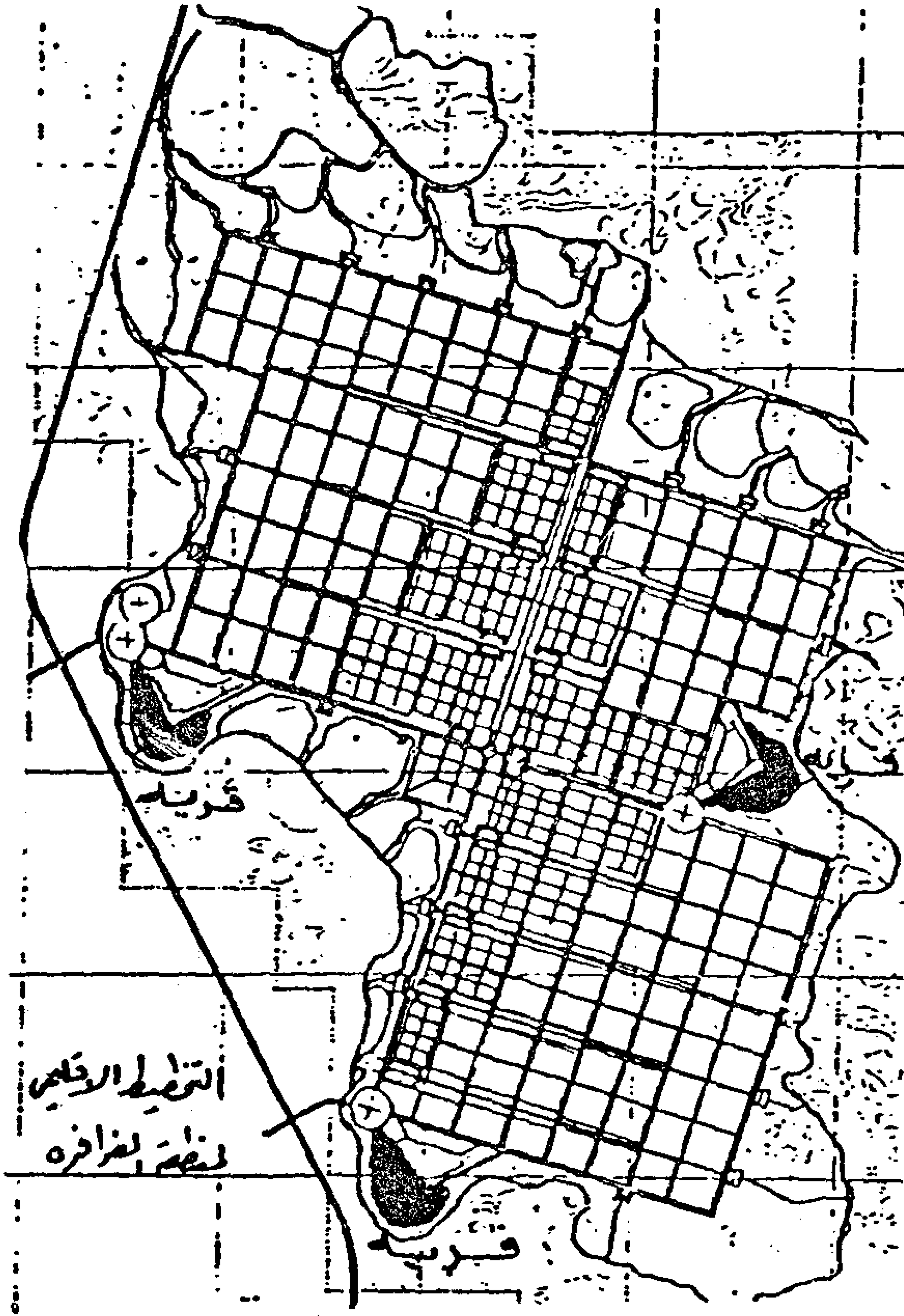
ـ احجام السكان بالقرى تتراوح بين ٦٠٠ ـ ١٠٠٠ أسرة .

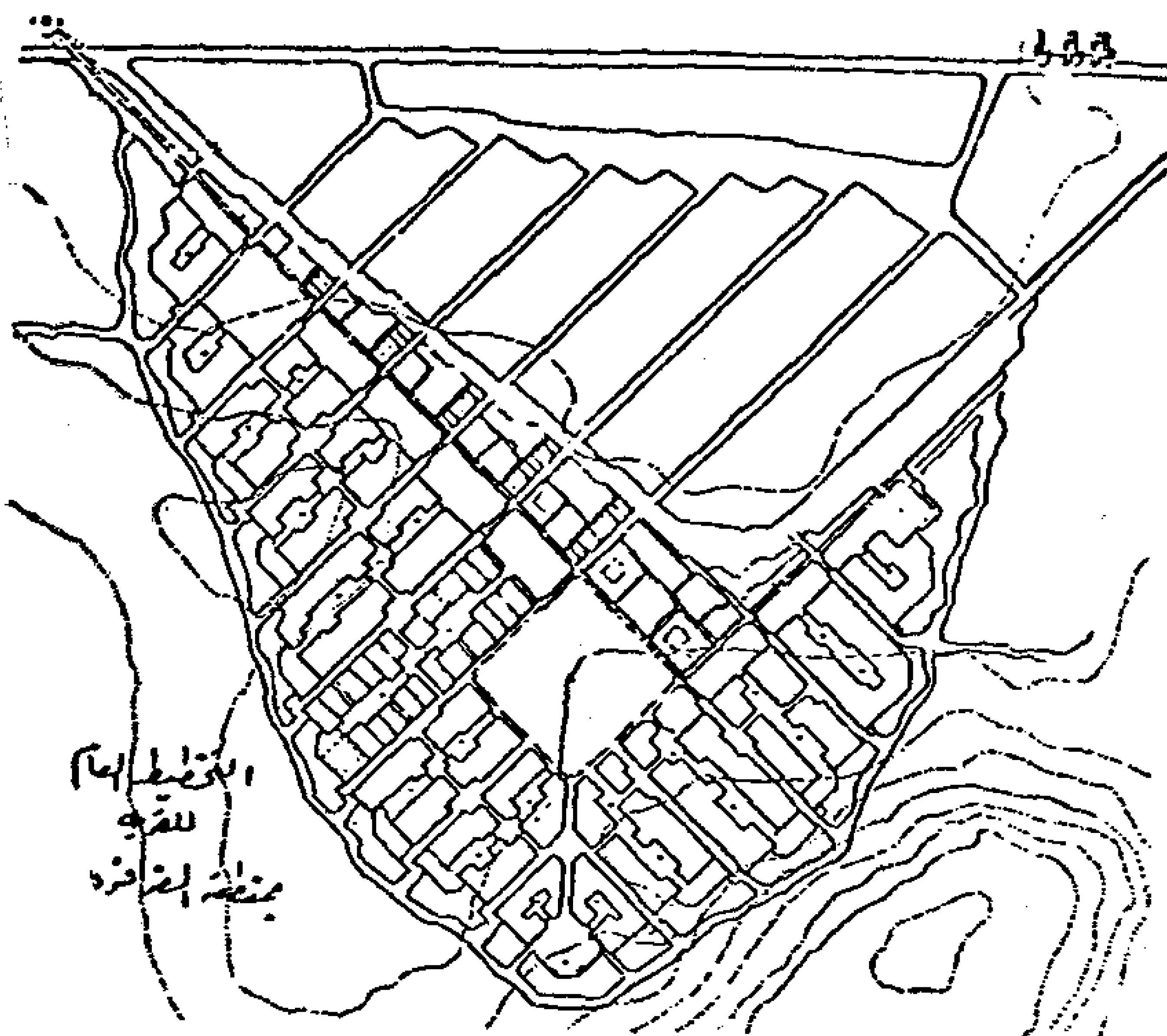
ـ التباعد بين القرى لا يزيد عن ٣ كم وتربط بطرق مرصوفة أو ممهدة .

ـ لم تهمل هذه المخططات البيئة الأسـاسية للمنطقة .

*** الخطط الزراعية :**

تركزت خطط التنمية الزراعية لمناطق شباب الخريجين على البعد الكافى لهذه المناطق عن وادى النيل الضيق والمكتظ وكانت أهم هذه المخططات ما يلى : ـ





ـ دراسة الموارد المائية المتاحة لاتباع طرق الرى التى تتناسب واحجام المياه المتوفرة حاليا والاحتياطى المائى المتوقع فى المستقبل .

ـ معالجة التربة بالطرق الفنية المختلفة التى تتناسب مع نوعياتها وتصنيفاتها المختلفة .

– أختيار المحاصيل المناسبة المنطقة من حيث :

* كميات المياه الحالية والمستقبلية .

* المقننات المائية للمحاصيل المختارة .

* ملائمة المحاصيل الظروف الجوية السائدة .

* طرق الرى المناسبة للمحاصيل وكميات المياه المتوفرة .

* الانتاج الزراعى وكميات الاستهلاك واقتصاديات التسويق أو التصنيع .

* طرق النقل وأثرها على اقتصاديات الانتاج الزراعى .

– تقسيم الأراضى الزراعية الى أحواض أو مساحات خمسة أو عشرة أو خمسة عشر فدانا لكل خريج وتعاونه أسرة من العمال .

– تمتع المالك (الخريج) بنسبة معقولة من التسهيلات خاصة فى السنوات الأولى من المشروع سواء كان ذلك من حيث : –

* التسهيلات فى الحصول على المسكن المناسب .

* التسهيلات فى الحصول على الآلات الزراعية أو الحيونات .

* التسهيلات فى الحصول على الخدمات المناسبة .

* القروض المالية المؤجلة الدفع .

*** الخطط الصناعية :**

اتجهت معظم المخططات التى وضعت الى امكانية ايجاد وحدات صناعية تعتمد على الانتاج الزراعى ، مما يزيد من التكامل الاقتصادى للمنطقة .

– يعمل هذا على الاستفادة القصوى من الانتاج الزراعى بالمنطقة .

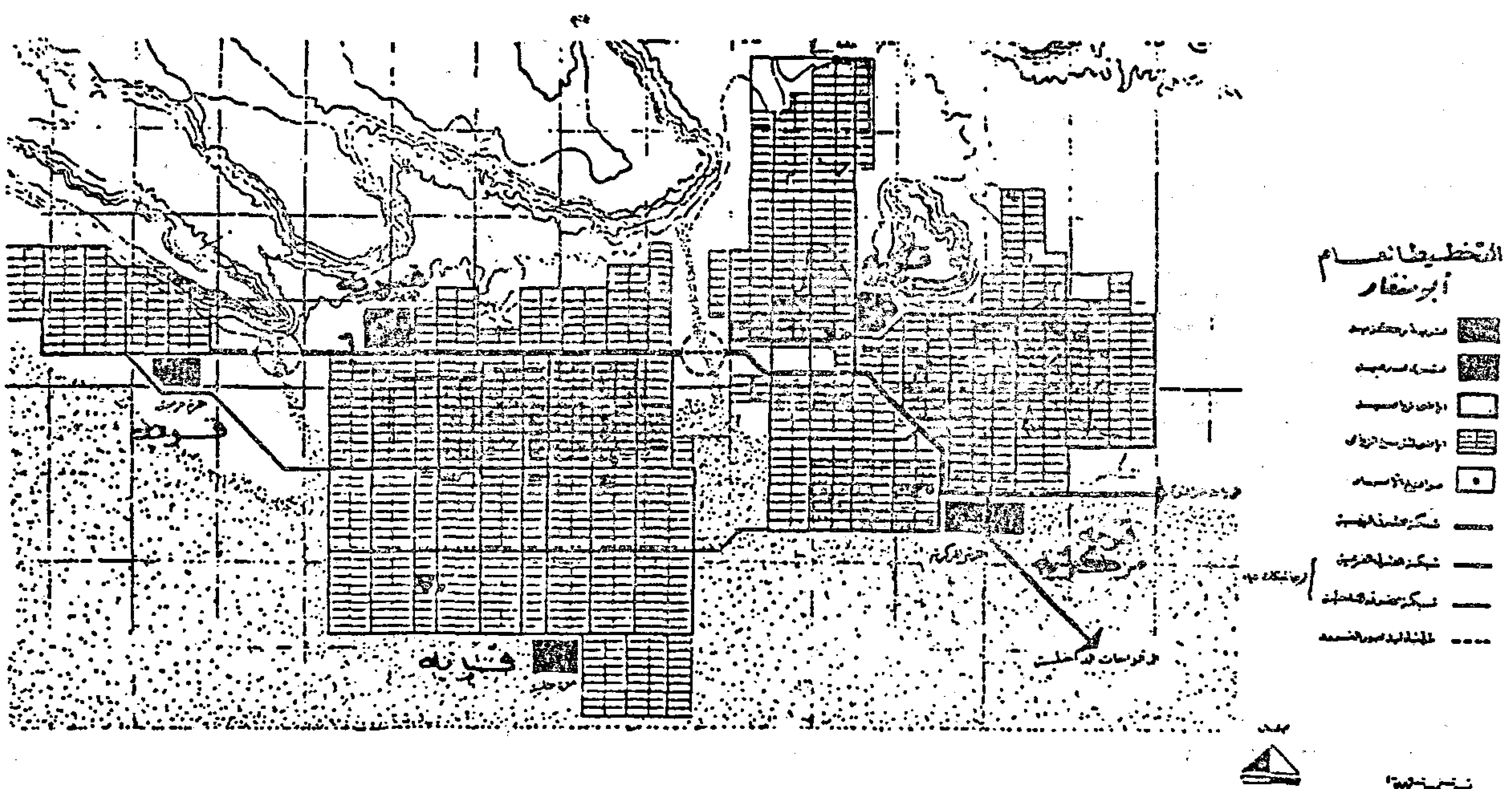
– كما يعمل على زيادة صلاحية الانتاج وامكانية اعداده التصدير خارج المنطقة .

وهذا يضيف فرصا جديدة للعمالة .

وبناء على ما سبق يمكن أن نأخذ أحد هذه المناطق بشىء من التفصيل .

*** مشروع قرى الشباب بأبى منقار :**

تقع منطقة أبى منقار وسط الصحراء الغربية (٦٢٠ كم جنوب غرب القاهرة) وعلى حافة بحر الرمال الاعظم الذى يمثل حدودها الجنوبية والغربية – وهى عبارة عن منخفض يشبه الطبق بمسطح يبلغ حوالى ١٠ آلاف فدان وتتدرج فى الارتفاع من الوسط الى الأطراف بارتفاع حاد نحو الشمال – وسهل نحو بقية الاتجاهات ويقطعها غردين رمليين من الشمال الى الجنوب .



العلاقات الاقليمية :

يرتبط اقليم أبو منقار ببعض التجمعات العمرانية البعيدة . وهى على وجه التحديد واحة الفرافرة (٩٦ كم فى الشمال الشرقى) ولا يزيد عدد سكانها عن ٢٥٠٠ فرد وواحة الداخلة (٢٥٠ كم غرب) ولقد رصف اخيرا الطريق الصحراوى الذى يساعد على ربط هذه التجمعات .

التربة :

تبلغ المساحة الصالحة للزراعة بالمنطقة ٨٣٥٠ فدانا تختلف بعض اجزائها عن الأخرى من حيث العناصر المكونة للتربة ونسبها وانواع وكميات الاملاح التى تحتويها — والنسبة الغالبة (٥٥٪) منها أراضى طينية خفيفة يليها الأراضى الطينية الجبسية وتصل مساحتها الى ١٩ ٪ من مساحة الاقليم ثم الأراضى الصفراء الخفيفة ١٤٫٥ ٪ يلى ذلك مساحات صغيرة متناثرة تختلف قليلا عن هذا التكوين . وتعتبر هذه الأراضى صالحة لزراعة كثير من الحاصلات الحقلية والبستانية .

الموارد المائية :

تعتمد المنطقة فى احتياجاتها من المياه على المصادر الجوفية لها حيث تستمد مياهها من سبعة أبار يبلغ متوسط تصرفها اليومى حوالى ٣١٢٠٠ م٣ يوميا .

العوامل المناخية :

مناخ منطقة أبو منقار قارى متطرف بمدى حرارى واسع . يؤثر بشكل واضح على التخطيط العام والعمرانى للمنطقة وأيضا على التصميم الداخلى للمبانى .

التخطيط العام للاقليم :

— وضع التخطيط الاقليمى المنطقة مشتملا على أهم الانشطة التى يمكن قيامها بالاقليم وهى : الزراعة — تنمية الثروة الحيوانية — الصناعات الزراعية — الخدمات .

— المساحات الزراعية قسمت الى زمامات زراعية تحددت بناء على مصادر ووسائل الرى وقسمت الزمامات الى احواش بمساحات تبلغ ٥ أفدنة لكل حوش . وخصص لكل زمام زراعى قرية لاسكان الملاك وأسر العاملين المعاونين فى الزراعة .

— تركزت الخدمات الاقليمية فى القرية المركزية التى خصص جزء منها للنشاط الصناعى وأيضا خصص للقرية المركزية زماما زراعيا صغيرا بالنسبة للزمامات الزراعية بالقرى الفرعية الاربعة .

— وضع التخطيط الافقى للطرق بحيث يساعد على ربط القرى الفرعية بالقرية المركزية والزمامات الزراعية والاقليم وبصفة عامة بالمناطق المحيطة .

— وضع تخطيط عام للمرافق العامة (مياه — مجارى — كهرباء — اتصالات) مما يعمل على اعداد الاقليم اعدادا جيدا ليكون بيئة مريحة للسكان .

التخطيط العمرانى للقرى :

بنى التخطيط العمرانى للقرى على مجموعة من الاعتبارات أهمها :

١ — اعتبارات خاصة بتحديد مواقع القرى :

روعى فى اختيار موقع القرية الرئيسية بمنطقة أبو منقار .

— ان تقع فى أكثر المناطق احتكاكا بخارج الاقليم .

— ان يسهل اتصالها ببقية قرى الاقليم .

— ان ترتكز مبدئيا على نواة عمرانية قديمة (وهى حاليا معسكر الشركة المشرفة على المشروع) وذلك لاسبقيتها عند التنفيذ .

أما بالنسبة للقرى الفرعية فقد روعى فى اختيار مواقعها وكذلك موقع القرية الرئيسية مجموعة أخرى من الاعتبارات أهمها :

— ان تكون بعيدة عن المسارات الرئيسية للرياح والغرود الرملية .

— ان تكون بعيدة عن الأراضى الصالحة للزراعة أو على مشارفها .

— ان تكون بعيدة عن الاصابع الجبلية وفى مناطق مدروسة بدقة .

٢ — اعتبارات خاصة بالمناخ :

باستعراض الصورة المناخية للاقليم فقد روعى تحقيق الاعتبارات التالية :

— تظليل مسارات المشاه كلما أمكن ذلك والاكثار من المناطق الخضراء الواقعة فى مسارات الرياح قبل مرورها الى المساكن . كذلك يستحسن الاستفادة من مصارف المياه بمرور مسارات الرياح عليها للترطيب .

— من الأهمية بمكان خلق الاحزمة الشجرية لتقوم بمهمة ترشيح الهواء المحمل بالرمال غالبا قبل وصوله الى القرية بجانب حمايتها .

ـ الاقلال كلما امكن ذلك من المسطحات المرصوفة بالاسفلت او المسطحات الرملية . حيث ترتفع درجة حرارتها بسرعة ثم تشع هذه الحرارة بعد ذلك .

ـ ان تكون اتجاهات الشوارع متوازية مع الاتجاه السائد للرياح وذلك لاستمرار تهويتها .

ـ محاولة خلق الظل فى القرية وذلك بتوجيه المحور الطولى فى الاتجاه العمودى لاتجاه الشمال مع الاكثار من الكسرات فى الحوائط الخارجية لزيادة مساحات الظل . هذا بجانب الاكثار من زراعة الاشجار وارفة الظلال ذات المقتنات المائية القليلة .

ـ اتباع نظام التخطيط المتجاور (أو المتضام) والذى يتميز بتقارب المبانى وضيق شوارع المشاه وتجمع المبانى عليها وعلى الفراغات الضيقة التى يحاول التخطيط خلقها .

ـ الابتعاد ما أمكن ذلك عن الشوارع الطويلة المستقيمة واللجوء الى الشوارع القصيرة ذات التكسيرات المتعددة لكسر حدة الرياح .

ـ خلق الفراغات المزروعة الصغيرة والكثيرة لامكانية التظليل وهذا أفضل بكثير من الفراغات الواسعة قليلة العدد .

ـ قد نلجأ الى تظليل الممرات بواسطة البواكى أو البرجولات أو خلافه مع خلق المناطق المظللة بالشوارع كاستراحات للمشاه .

٢ ـ اعتبارات خاصة بالسكان :

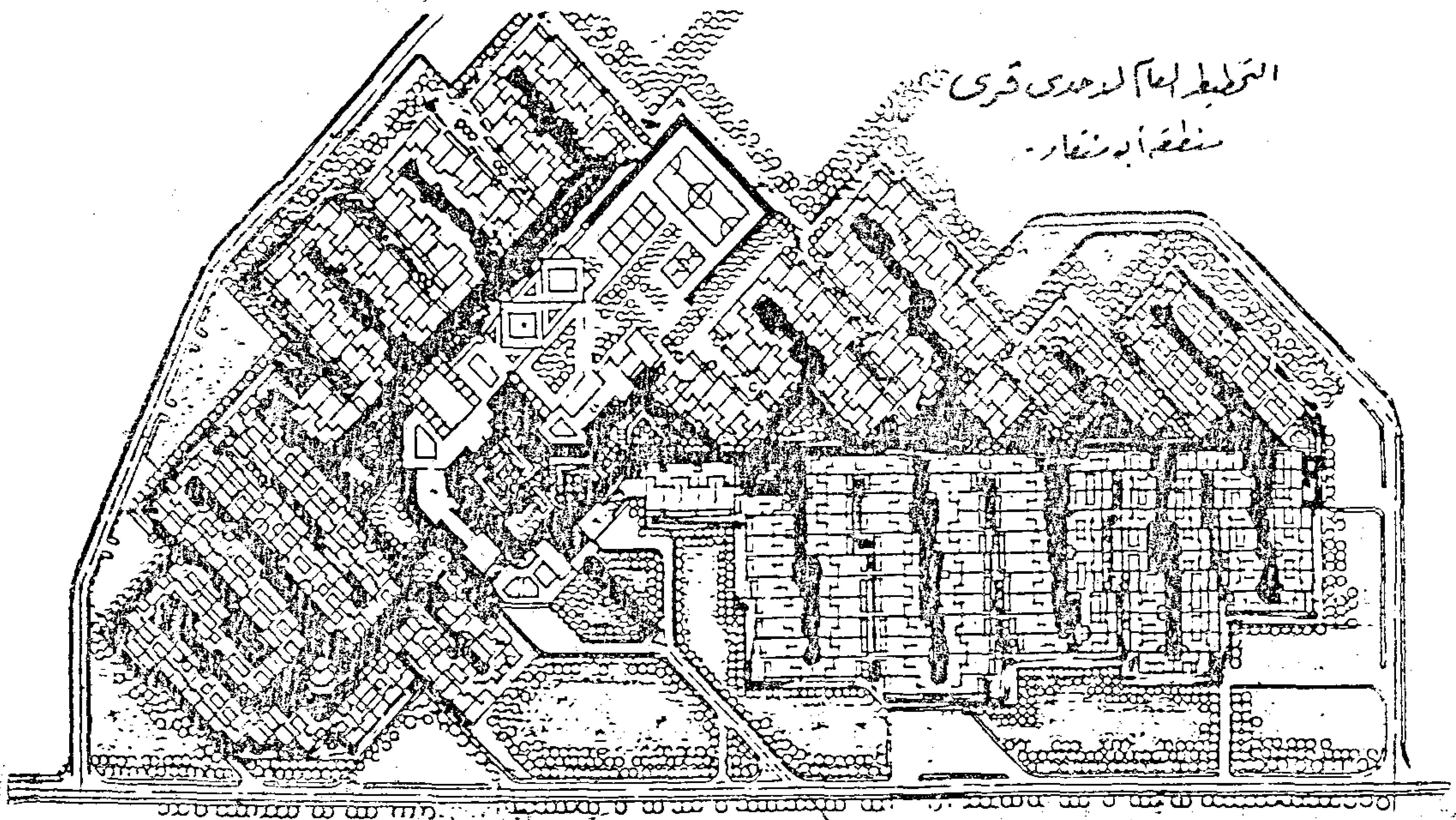
أن مجتمع السكان بقرى الخريجين وفى اقليم صحراوى مثل منطقة أبو منقار يختلف فى تكوينه ونسق الحياة به وتقاليده عن القرى الصحراوية النمطية (والتى غالبا ما يطلق عليها القرى المتكتلة) وهذا له أثره الكبير فى تشكيل وطريقة ترابط الاستعمالات بالقرية ونظرا لهذا الاختلاف فقد ظهرت عدة اعتبارات أهمها :

ـ الفصل التام بين طرق المشاه التى تصب فى مركز الخدمات وطرق الدواب التى تصل الى الحقول والتى قد تستعمل العربات فى حالات الضرورة وأيضا يمكن استعمالها كمسارات لشبكات المرافق العامة وخاصة شبكة المجارى وذلك فى محاولة للاهتمام بنظافة القرية .

ـ يتكون الاسكان فى القرية من كتلتين لكل من الخريجين وموظفى الخدمات والعمال يحيطان بمركز الخدمات كعنصر رابط فيما بينهما .

ـ الاهتمام بالعنصر الترفيهى وعلى مستوى عال كمحاولة لخلق الحياة التى ينشدها الخريج وذلك بتوفير المساحات الخضراء والملاعب والاندية الرياضية ودور العرض ... الخ .

ـ اختيار المواقع المتميزة من القرية لاسكان الخريجين سواء كانت قريبة من الطرق الرئيسية أو مداخل القرية أو الخدمات بها .



*** المكونات الأساسية للقرية :**

نتيجة للظروف السابقة فقد روعى ان تشمل القرية مجموعة من الاستعمالات الرئيسية أهمها : الاسكان والخدمات والطرق والمناطق الانتاجيــة والاحزمة الشجرية .

(أ) الاســـكان :

بمراعاة ما سبق من اعتبـارات فقد تم تخطيط قرى ابو منقار بما يحقق خلق مجتمع مســـتقر وناجح فى نفس الوقت . وتحتوى المناطق السكنية بجميع القرى على : ــ

المســارات :

اتبع فى تخطيط قرى الشباب أسـلوبا حديثا من حيث تخصيص مسـارات معينة للمشاه واخرى للدواب مع الفصل بينهما تماما ويتصل المنزل الريفى بكل منهما ليسهل بذلك اتصاله بكل من الخدمة والعمل .

الفراغـات :

تبدأ من الاحواش الداخلية للمســكن الى الاحواش الصغيرة التى تتجمع حولها المساكن (٣٠×٣٠م٢) وترتبط بمسارات للمشاه ليست على محور واحد كمحاولة لقفل نهاية المنظور مع خلق التنوع المناسب فى اشكال تلك الفراغات وفى تنسيقهـا . والكتل الشجرية بهـا والتى تتناسب مع الدراسة البصرية لواجهات المبانى لخلق مساحات مستمرة من الظلال . والفراغ السكنى هو منطقة الترفيـه المتصـلة مباشرة بالسكن سواء كان ذلك للاطفال أو لكبار السن ويتـدرج حتى المركز الترفيهى والتـرويحى للقرية .

النماذج السكنية :

يعتبر المسكن الخلية الاولى للاستقرار فى مناطق التعمير الجديدة . ولأن هـذا الخريج لاينتمى غالبا الى الصحراء وانما أتى من الوادى ينشد الحياه فى تلك التجمعاتالجديدة وبالتالى فيجب أن يتناسب تصميم المســكن مع عاداته وتقاليده آخذا فى الاعتبار ما يلى : ــ

ــ نتيجة لفصل الحركة بين المشاة والدواب فى القرى فقد تخصص المدخل الامامى للسكان والخلفى للدواب وذلك فى محاولة لرفع مستوى نظافة القرية والبعد عن عوامل تلوث البيئة .

ــ التقليل بقدر الامكان من مسطح الحوائط الخارجية المعرضـــة للظروف الجوية ومحاولة تظليل واجهـات المبانى بزيادة التكسيرات أو بزراعة الاشجار المظللة أو بعمل البواكى .

ــ تصغير مســاحات الفتحات الخارجيــة للتحكم فى ادخال كمية الاضاءة او الهواء .

ــ تصميم الحــوش الداخلى لتطل عليـه حجرات المسكن . ويتناسبحجمه مع الظروف المناخية السائدة .

ــ استغـلال مواد البناء رديئة التوصيل للحرارة والمتوفرة بالاقليم كالاحجـار والطين الطفلى للاحتفاظ ببرودة الجـو المكتسبة ليلا أثناء النهار .

ــ العمل على ازدواج الاسقف لزيادة العزل الحرارى .

ــ ادخال الملقف الهوائى كعنصر رئيسى فى التصميم لزيادة سرعة الهواء داخل المسكن دون وسيلة آلية .

ــ دراسة واجهات المبـانى بما يتمشى مع الطابع الريفى الصحراوى .

(ب) الخــدمات :

ان توفير مجموعة مختلفة من الخـدمات وتكاملها مع شبكة من المساحات الخضراء وربطها بمحاور المشاه سـوف يعمل على خلق مناطق عمرانية جذابة يتحقق من خلالها الاتصال بين فئات السكان باختـلاف اعمارهم وأوضـاعهم الاجتماعية . ولقـد روعى عند وضـع برامج الخدمات الاعتبارات التالية : ــ

ــ نوعية ومستوى وعدد الخدمات المطلوبة فى كل مركز من مراكز القرى .

ــ تناسب المساحة اللازمة للفرد لكل نوع من الخدمات .

ــ تكامل مركز الخدمات لكل قرية فى حـد ذاته بحيث يكون مشتملا على المتطلبات المختلفة للسكان .

ــ توفير مســاحة اضافية للامتداد .

ــ احترام توصياتالتخطيط العامالابتدائى من حيث توزيع الخدمات فى تسلسلها الهرمى وبرنامج كل من منشآت الخدمات والمساحات اللازمة لها وأماكنها وعلاقة ذلك بمحاور الحركة ومتطلبات التصميم العمرانى .

ونتيجة لهذه الاعتباراتفان عناصر الخدمة المطلوبة لسكان منطقة ابو منقار يجب أن تنفرد

بنوعيات من الخدمات ذات المستوى الاعلى حتى ولو كانت درجة الالحاح عليها موسمية او سنوية وذلك لعزله الاقليم من ناحية ولمستوى السكان المتوقع توطينهم من ناحية اخرى وتتمثل تلك الخدمات فيما يلى : —

١ — المركز الدينى والثقافى .

٢ — الخدمات التجارية .

٣ — الخدمات التعليمية .

٤ — المركز الصحى الاجتماعى .

٥ — الخدمات الترفيهية .

٦ — المركز الادارى .

٧ — دار الضيافة والمناسبات .

٨ — مركز للخدمات الزراعية .

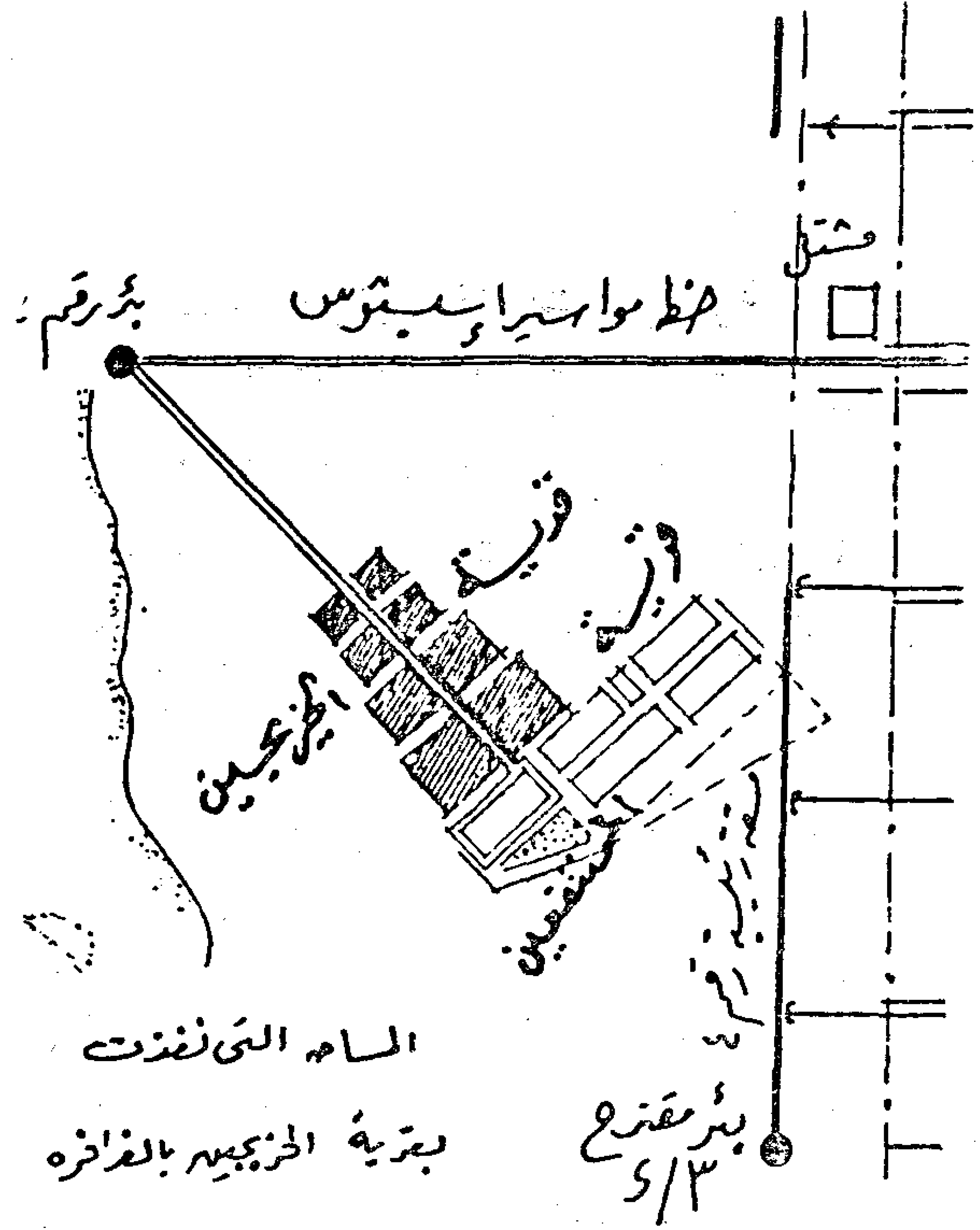
التقييم العام لمشروعات قرى شباب الخريجين :

انهت المكاتب الاستشارية جميع مخططاتها وسلمتها الى الجهات المختصة بالدولة وبدأت مراحل التنفيذ الى الصورة الموضحة بالجدول التالى : —

المنطقة	المساحة الكلية (ف) وعدد القرى المقترحة	القرى التى نفذت	فئات السكان الفعلية حاليا
غرب النوبارية	٥٠٠٠ ف (٣ قرى)	ثلاث قرى	ضباط وجنود مسرحون
غرب الموهوب	١٨٠٠ ف (٣ قرى)	قرية واحدة	مستثمرين وفلاحين
الفرافرة	٣٠٠٠ ف (٣ قرى)	جزء من قرية	أهالى
ابو منقار	٨٣٥٠ ف (٥ قرى)	جزء من قريتين	مستثمرين + منتفعين
شرق القناة		قرية واحدة	ضباط وجنود مسرحون

— اى أن قرى الخريجين لم يوطن بها خريج واحد على مستوى المناطق الخمس المذكورة ودخلت فئات مختلفة غير التى وضع التخطيط من اجلها .

— بالرجوع الى المشروعات التى نفذت نجدها مختلفة عن التى وضعت بواسطة الاستشارين حيث وضعت مخططات أخرى لهذه المناطق رغم الاتعاب الهندسية التى تحملتها خزانة الدولة . وقد يكون السبب ابتعاد مستوى المشروعات المقدمة من قبل الاستشاريين عن الواقع !!!!!! وبالتالى عدم استعداد الاجهزة لتنفيذ هذه المشروعات أو لعدم وجود المعدات والايدى العاملة التى تتمكن فنيا من تنفيذ هذه المشروعات أو لعدم مراعاة الظروف الاقتصادية فى هذه المشروعات .



ـ الدروس المستفادة :

نخرج من هـذا بأن مثل هـذه المشروعات يجب أن يحـدد هدفها بدقة متناهه ومـا هى البدائل والمرادفات المختلفة للوصول الى هـذا الهدف وذلك بالدراسات التالية :

* دراسات طبيعية : ــ تهدف الى تحديد المناطق الصالحة للاستزراع وتتفرع الى : ــ

ــ العلاقات الاقليمية لكل منطقة والمناطق السـكنية المجـاورة أو المشـابهة لها طبيعيا ومناخيا واجتماعيا .

ــ تركيب التربة ومدى قابليتها للاستزراع والموارد المائية المتوفرة .

ــ دراسة المحاصيل المفضلة ومدى تواؤمها مع المتوفر من المياه .

* دراســة السـكان : أى دراســة حالة الخريجين دراسة كاملة من حيث : ــ

ــ التخصصات المناسبة للتعامل مع الارض فى ظروفها المختلفة .

ــ الامكانيات ومدى الرغبة فى العمل فى هذا الاتجاه .

ــ البنيان الجسمانى ومدى تحمل الخريج للظروف المختلفة طبيعيا واقتصـاديا وكيفية مواجهة هذه الظروف . ويتوقف هذا الى حد بعيد على الوطن الاصلى للخريج ومدى احتياجه الى تملك الارض والعمل فى هذا المجال .

* التسهيـلات الحكومية : ومدى جدية الدولة فى حل المشاكل التى تواجه خلق الحياة الجـديدة فى هـذه المنـاطق وكيفيـة الرعاية والاشراف المستمر والدءوب لانجاح التجـربة حتى تكون مثلا يحتذى فى المستقبل .

* دراسة العائد : الذى يتركز أساسا فى حل مشكلة اجتماعية بالدرجة الاولى هى فتح مجال وخلق فرص عمل جديدة امام الخريجين وحل مشكلة تكدس موظفى المكاتب فى المصالح الحكومية . بجانب العائد الاقتصادى والمادى على الخريجين بصفة مباشرة وعلى الدولة التى تضع نصب اعينها رفع المستوى المعيشى للسكان .

بحث ميـــدانى

مراكز المجاورات السكنية بمدينة ١٥ مايو بين اسس التصميم والاستعمال

دكتور مهندس محمد طلعت الدالى
كلية الفنون الجميلة بالقاهرة

تقـــديم :

مدينـــة ١٥ مايـو أقيمت أساسا كمدينة سكنية لتخدم العاملين بالمناطق الصناعية بحلوان ، ودرست على أساس تقسيمها الى ست أحياء ويضم كل حى « ٦ » مجاورات سكنية تستوعب بعد أتمام انشائها ١٥٠ الف نسـمة ، ويتم تصميمها وتنفيذها على ثلاث مراحـل ، جـارى حاليا تنفيـذ المرحلة الثانيـــة وتصميم المرحلة الثالثة .

وقد بدء فعلا فى استعمال المجاورات السكنية وخدماتها منذ حوالى ٣ أعوام وهو ما يجعلنا نستطلع وندرس نتيجـة الأسس العلمية التى قام عليها التصميم بعد اسـتعمال السـكان وتفاعلهم مـع المشروعات التى نفذت .

هـــدف البحث :

دراســة مراكز المجاورات السكنية والتى تقدم الخـدمات لحـوالى ٤٥٠٠ ســاكن بكل مجاورة ، لمعرفة مدى تحقيق أهـداف الأسس العلمية التى قام عليها التصميم الأسـاسى بعد اســتعمالها ، وذلك لبيان الأوجـه الايجابيــة والسلبية ، وحتى يمكن تحقيق هذه الأهـداف بالصـورة المطلـوبة فى التجــارب المماثلة فى المسـتقبل .

منهـج البحـــث :

أجـــرى البحث على مراكز المجـــاورات الســكنية بالمرحلة الأولى ، وقد تم اختيار الـ ٤ مجاورات سكنية التى تم استعمالها فعلا .

ونظرا لمحدودية العدد واختـلاف الأسـئلة الموجهة بين القائمين بالعمل فى مبانى المركز ــ كما سيتضـح فيمـا بعد ــ فقـد فضـلنا المقابلة الشخصية مع المسئولين والمستعملين وتسجيل الواقع الموجود حاليا .

ملخص خطـة البحث :

١ ــ دراسـة مركز المجاورة السكنية وفكرته التخطيطيـة والعناصر المعمارية المختلفـة به ، وعلاقة تصميمها المعمارى بالتخطيط العام للمركز وكذلك توزيع اسـتعمالات المحـلات بالسـوق التجـارى .

٢ ــ اسـئلة اسـتطلاع الرأى مع الاجابة عليها وتوجه هذه الأسئلة الى القائمين بالعمل بمبانى مراكز المجـاورات وشـملت النـواحى الآتيـة :

(أ) التصـميم الداخلى للعنصر المعمـارى وعلاقتـــه بالمحيط التخطيطى الخارجى ، بدون الدخول فى العلاقات الداخلية الوظيفية للمبنى ــ أى بدون التدخل بين علاقات أجزاء المدرسـة ببعضـها مثلا ــ حيث أنها أمور تخصصية .

(ب) مدى تفهمهم للدور الثقافى والاجتماعى أو الخـدمى الذى يقـوم به المبنى بالنسـبة لسكان المجاورة .

٣ ــ تسجيل الواقع الحالى الموجود بما فى ذلك توزيع استعمالات المحالات التجارية .

٤ – دراسة الاختلاف بين الأسس التصميمية وواقع التطبيق الحالى .

ثم نستخلص بعد ذلك التوصيات كخلاصة لهذا البحث ، لتحقيق الاستفادة المطلوبة .

١ – دراسة مركز المجاورة السكنية ((أسس التصميم)) :

يتكون المركز من المبانى الآتية :

(أ) مدرسة التعليم الأساسى – عناصر برنامجها الأساسية عبارة عن :

- ١٨ فصل دراسى للتلاميذ من سن ٦ سنوات حتى ١٥ سنة .
- صالة متعددة الاغراض – اجتماعات عامة – تسع من ١٠٠ الى ١٥٠ شخص ملحق بها غرفة للتربية الموسيقية ومخزن ، تستعمل كجمنزيوم أيضا .
- اثنين معمل العلوم ، ثلاث صالات للهوايات .
- ملاعب رياضية .

هذا بالأضافة للأفنية المختلفة لحركة التلاميذ وغرف الادارات والمكتبة .

(ب) السوق التجارى : عدد ١٨ محل تجارى للخدمات الأساسية للسكان بالأضافة الى الجمعية التعاونية وكافتيريا .

(جـ) مصلى صغير : بمسطح حوالى ١٢٠,٠ متر مربع ملحق به ميضة ودورة مياه .

(د) حضانتين : وتضم كل منهما :

- ٥ فصول بمسطح ٤٠ متر لكل منهم يلحق بكل فصل ، فصل آخر مكشوف .
- ٢ غرفة للاطفال الرضع ، غرفة للعزل ، بالأضافة الى غرف المشرفين والمديرة والحارس .

وتدخل احدى هاتين الحضانتين ضمن عناصر مركز المجاورة وتكون الحضانة الأخرى داخل تكوينات التجمعات السكانية الأخرى فى مركز متوسط لحركة سكان المجاورة .

الفكرة التخطيطية وأسس تصميم المركز :

قامت الفكرة التخطيطية لجميع مراكز المجاورات السكنية بالمدينة على أساس تجميع المبانى على ساحة داخلية واحدة على أن تفتح عليها العناصر الآتية من كل مبنى :

(أ) يكون الجمنزيوم – الصالة متعددة الأغراض – بالمدرسة هو المماس بين الساحة الرئيسية للمركز وبقية أجزاء المدرسة من خلال المدخل الرئيسى للمدرسة ويكون الوصول للملاعب وغرفة خلع الملابس سهل من نفس المدخل .

(ب) المدخل الرئيسى لحضانة يكون من الساحة الرئيسية للمركز وليس من الشوارع المحيطة به .

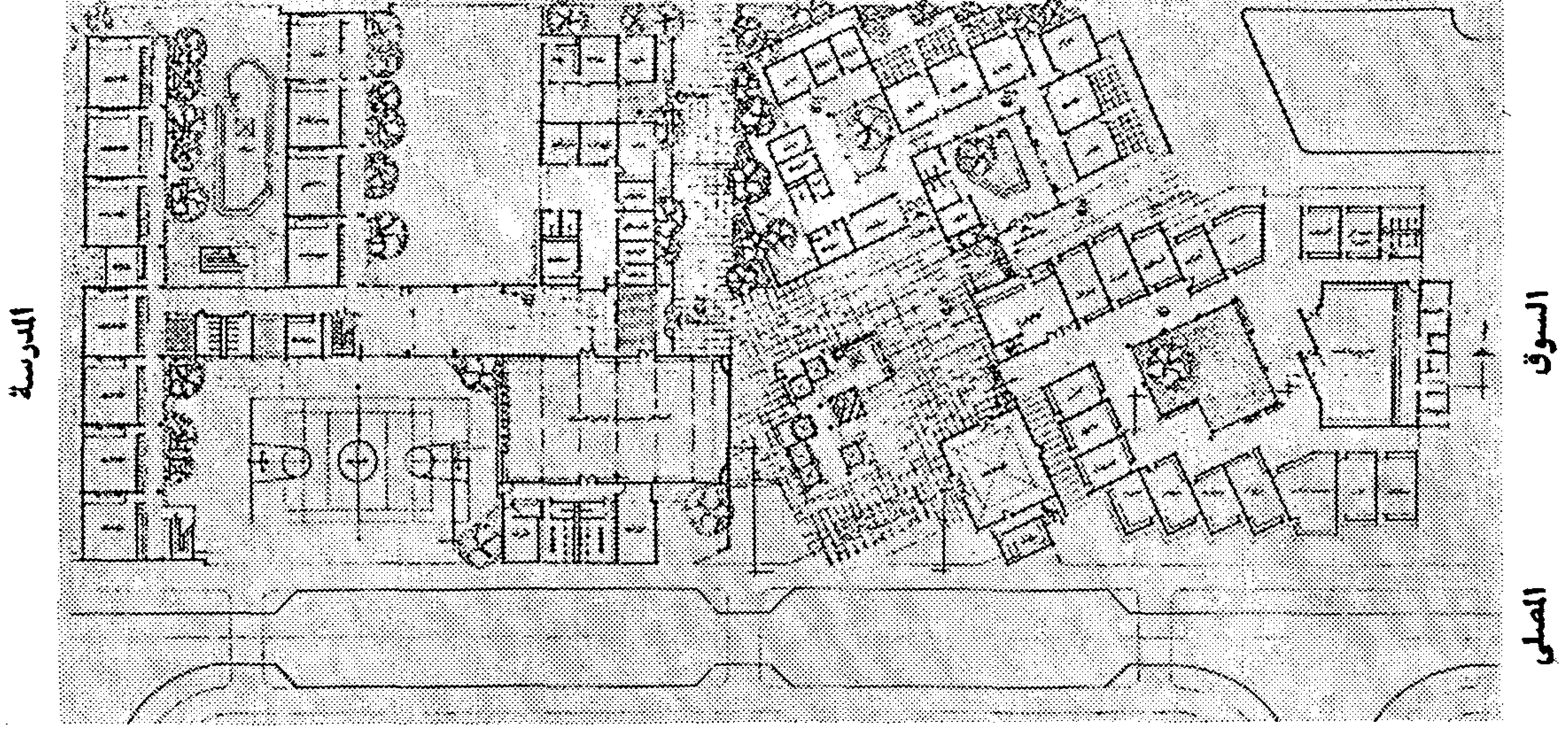
(جـ) يفتح مدخل المصلى على الساحة الرئيسية .

(د) تكون الكافتيريا فى السوق التجارى هى نقطة الاتصال بينه وبين الساحة الرئيسية .

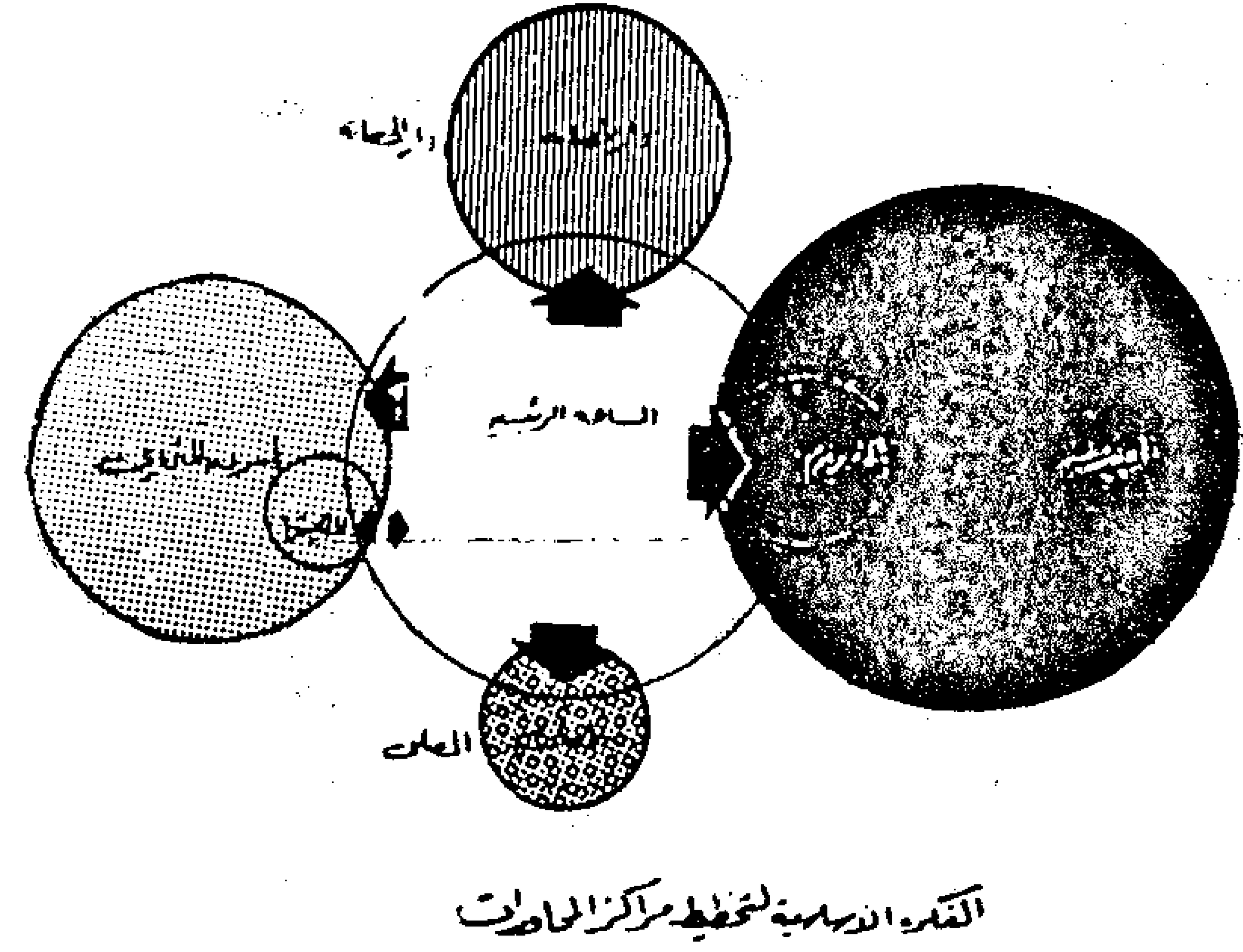
وقد حددت هذه الأسس تحقيقا للأهداف الآتية :

(أ) توضع الصالة متعددة الأغراض – الجمنزيوم – بالمدرسة على الساحة الرئيسية للمركز حتى يمكن استعمالها كصالة اجتماعات عامة لسكان المجاورة وأيضا صالة مناسبات وللندوات والنشاطات الثقافية والاجتماعية المختلفة ، وذلك بواسطة الفرش الداخلى الذى يمكن تشكيله أو تخزينه بالمخزن الملحق .

(ب) يستعمل الجمنزيوم وغرفة خلع الملابس والملاعب والمكتبة كنادى اجتماعى رياضى محدود خلال العطلة الصيفية يؤدى دوره بالأضافة للنادى الرئيسى الخاص بالحى بالكامل .



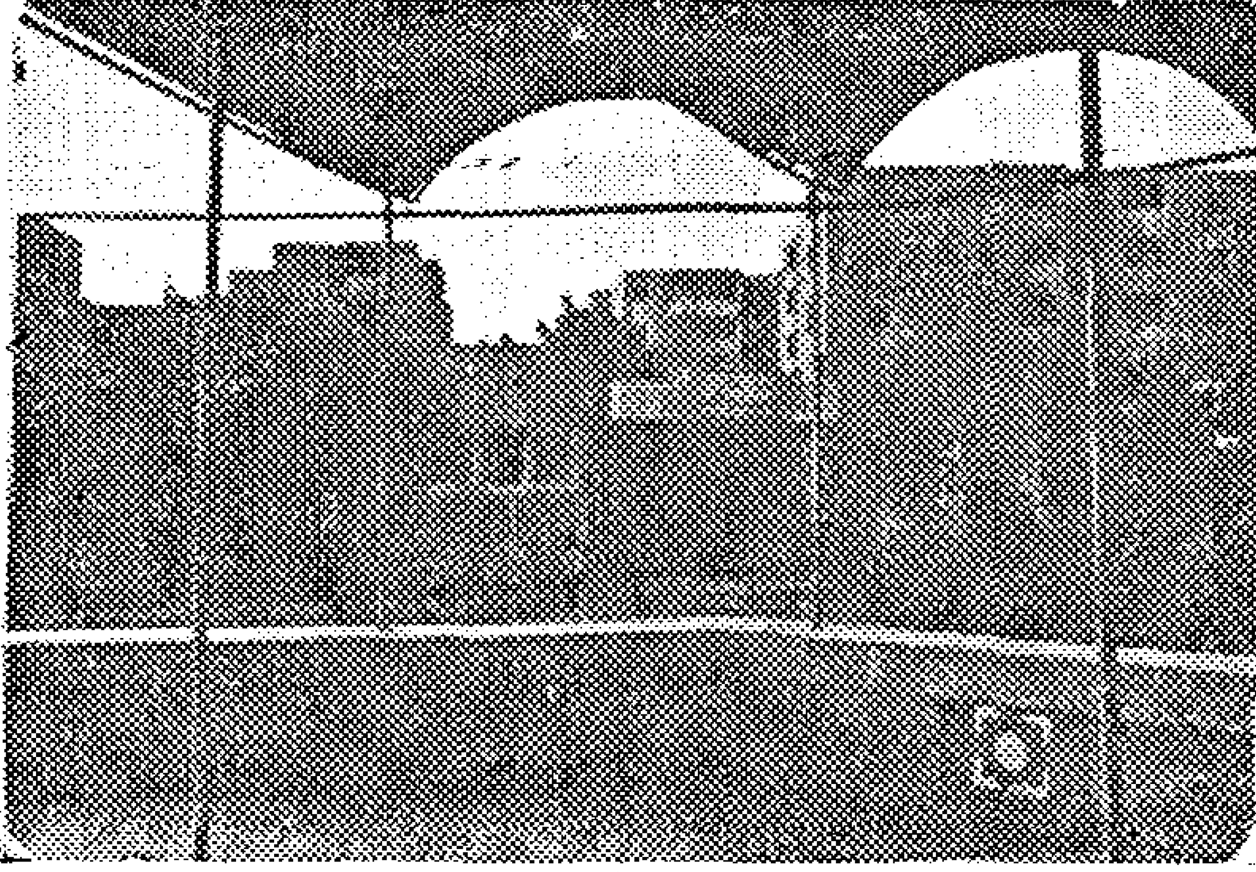
نموذج لتصميم أحد مراكز المجاورات بالمدينة



الفكرة الاساسية لتخطيط مراكز المجاورات

المدخل الرئيسى للمدرسة والجمنزيوم من الساحة الرئيسية للمركز

(جـ) يحقق وجود المدخل الرئيسى للحضانة على الساحة هدف تسهيل حركة التسويق على الأم عند توصيل طفلها لدار الحضانة او استلامه حيث تكون على اتصال سهل بقلب ومدخل السوق بالاضافة لتحقيق عامل الامان بعدم فتح الحضانة على شوارع بها حركة سيارات ــ رغم كثافة المرور الضعيفة فى هذه المنطقة .



مدخل دار الحضانة من الساحة الرئيسية

(د) فتح المصلى على الساحة يعطى فرصة امتداد صلاة الجماعة يوم الجمعة داخل جزء بسيط منها ــ حيث يوجد فى التخطيط مساجد أكبر بمراكز الاحياء ــ كما يسهل الوصول للصلاة جماعة يوميا لرواد السوق .

(هـ) فتح الكافيتيريا على الساحة يخلق حياة اجتماعية فى المنطقة ويزيد الترابط بين سكان المجاورة حيث يسهل عمل امتداد مكشوف للكافيتيريا ، وتصبح منتدى اجتماعى يقابله من ناحية أخرى من الساحة الصالة متعددة الاغراض بالمدرسة بانشطتها سالفة الذكر .

ونستخلص مما سبق أن الأسس والأهداف التصميمية ناجحة الى حد بعيد .

٢ ـ ٣ الأسئلة واجاباتها والواقع الحالى :

(أ) أسئلة المسئولين بالمدارس :

(س) هل فتحت بعض أجـزاء المدرسـة لاستعمال الجمهور فى غير أوقات العمل المعتادة للتدريس بهدف تحقيق أى نشاطات ثقافية أو اجتماعية أو رياضية لسكان المجاورة ؟

(جـ) أجاب المسئولين بثلاث مدارس من الأربعـة :

أنه لم تستعمل اطلاقا أى أجزاء فى أغراض أخرى غير الأهداف التعليمية ، بينما اتضـح أن المدرسـة الرابعة استعمل الجمنزيوم ـ الصالة متعددة الأغراض ـ كمسرح لمناسـبة افتتاح المدينة حيث أقيمت فيها حفلة واحـدة فقط ، وبقيت على ماهى عليه ، ولم تستعمل كجمنزيوم على الاطـلاق .

(س) هل ترى ان موقع المدرسة ومداخلها مناسبين ؟ وهـل لديك أى اعتراضـات على تصميم المدرسـة ؟

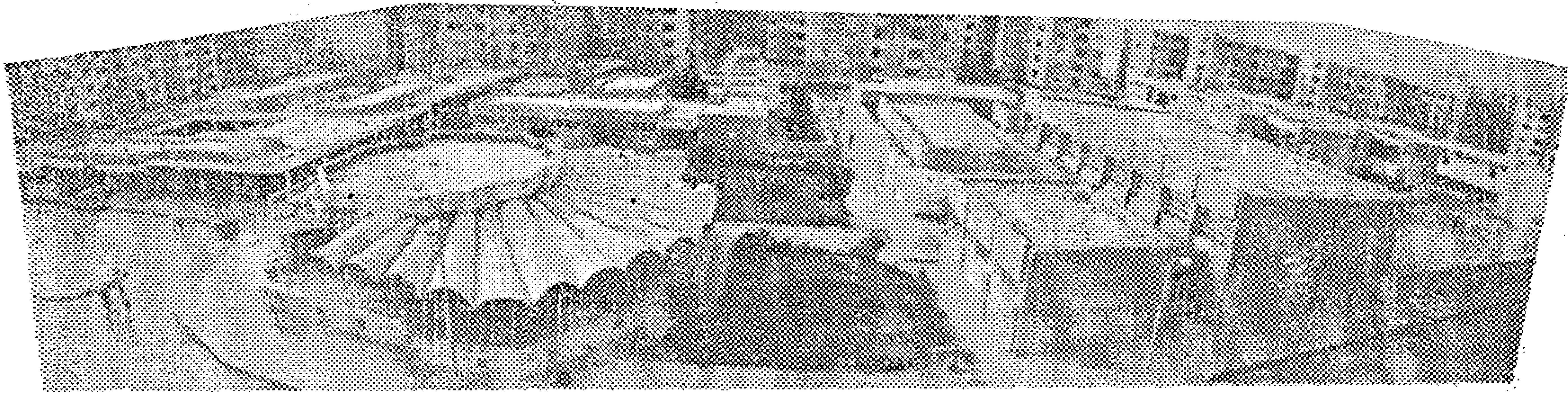
(جـ) لم يعترض أحدهم على الموقـع أو المداخل واجمعوا على أن المدرسـة بتصـميمها الحالى ناجح للغاية ويؤدى احتياجاتهم الوظيفية الا أن أحدهم كان يفضل ان توضع دورات المياة الخاصـة بالطلبة منفصلة عن المبنى وفى الحوش الخارجى .

وعند مناقشـة المسئول عن التربية والتعليم بالمدينة ذكر سـيادته ان هناك مشكلة فى فرش الجمنزيوم بسبب الاختلاف فى الجهة المختصـة بذلك ، كما ذكر أنه لا توجد لديهم أى توجيهات عن امكانيات استعمال الصالة متعددة الاغراض فى أى نشاطات ثقافية أو اجتماعية أو التفكير فى موضوع النادى الصيفى .

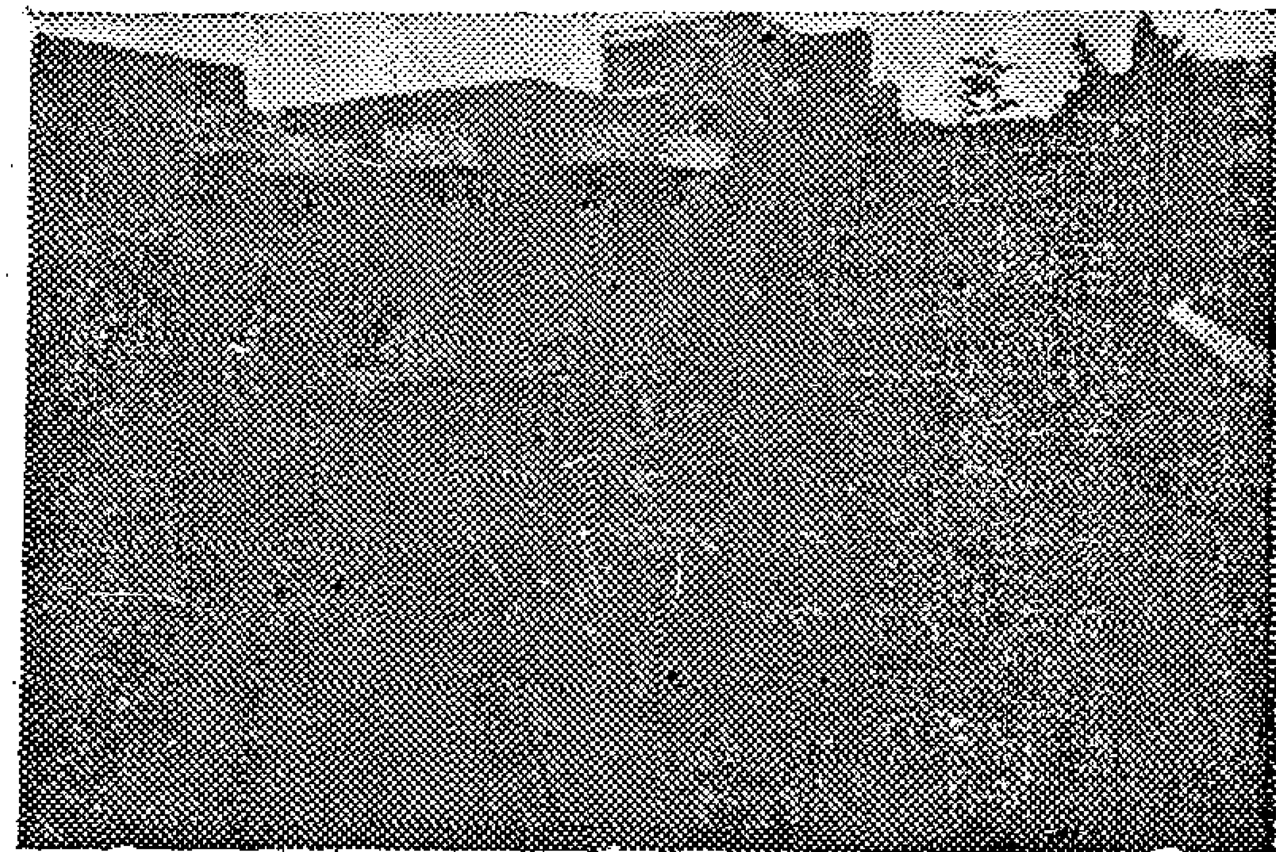
(ب) المسئولين بدور الحضانة :

عند زيارتنا للحضانات لاحظنا ان موقعها قد حقق الغـرض منه ، الا أنه عنـد تفقدنا لدور الحضانة من الداخل وجدنا ان الفصول المكشوفة غير مسـتعملة والأبـواب الموصـلة بينها وبين الفصـول المغلقة غير مستعملة ، وعند مناقشـة المشرفات اتضح انهن لم يقمن باسـتعمالهم على الاطلاق وليس لديهن أى توجيهات بذلك رغم اعجابهن بالفكرة .

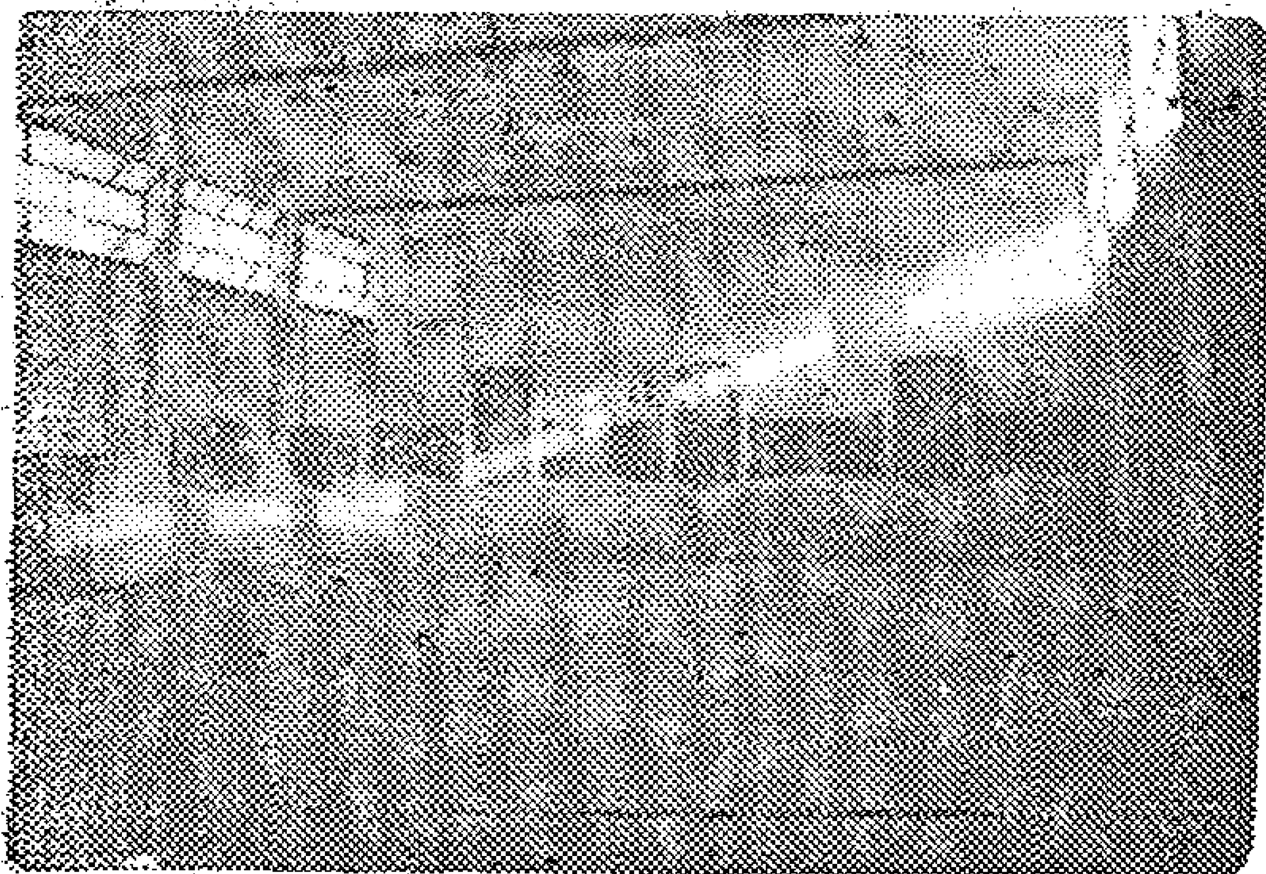
كما وجدنا ان أحد دور الحضانة استعمل كمركز طبى .



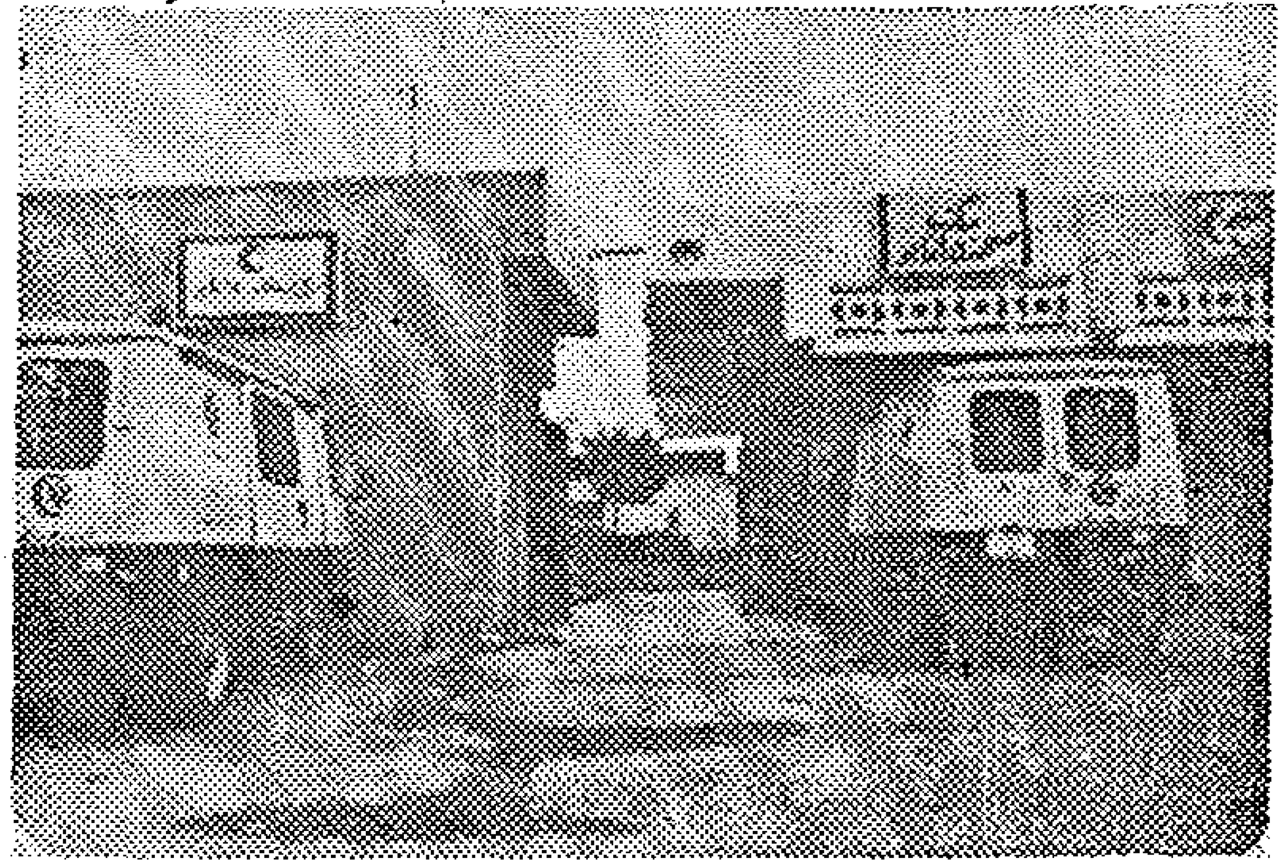
الموقع العام لمركز مجاورة سكنية



الفصـــول المكشـوفة بدور الحضـانة غير مسـتعملة



الصـــالة متعددة الأغـــراض « الجمنزيوم » من الداخـل



دار حضانة مستعملة كمركز طبى

((ج)) المصليات :

جميع المصليات المستعملات تم عمل امتداد خارجى لهن بالساحة بمظلات اسبستوس مفتوحة وهو مادعانا ان نتوجه بالسؤال التالى للأئمة :

هل المسطح الخاص بالمصلى غير كاف ؟

كان هناك اجماع منهم ان صلاة الجماعة طوال أيام الأسبوع تؤدى بانتظام فى الصلوات الخمس الا ان العدد يتضاعف عدة مرات أثناء صلاة الجمعة ، وهو مادعاهم لعمل المظلات الخارجية ، وطالبوا بوجود مساجد أخرى اكثر سعة حتى تستوعب الأعداد الكبيرة فى صلاة الجمعة .

(د) المحلات التجارية :

عند دراسة المواقع فى توزيع المحلات التجارية وجدنا الآتى :

١ ــ ان الجمعيات التعاونية الاستهلاكية موجودة فعلا فى الأماكن المخصصة لها فى التصميم ، والتخديم عليها واستعمالها من قبل السكان ناجحين .

٢ ــ أنه لا توجد أى كافتيريا واستعملت الأماكن الخاصة لها فى أغراض أخرى وأحدهم خصصت لبنك الاسكان والتعمير .

التوصيات

من الأسس التصميمية والواقع الحالى نستطيع أن نستخلص التوصيات الآتية :

١ ــ ان التصميم المعمارى مهما كان ناجحا فانه يتطلب دراية ومستوى فهم معقول من الناحية الأخرى التى تقوم باستعمال المبنى ، وهو مايدعونا ان نطالب ان تكون التقارير الفنية والمصاحبة للتصميم والتى توضح أهدافه فى متناول كافة المستويات سواء المشرفة على التنفيذ أو الأجهزة التى تقوم باستعمال المبانى وادارتها أو التى تقوم بتوزيعها للاستعمال ، وحتى أصغر المسئولين المستعملين لهذه المبانى .

٢ ــ ان تحويل بعض المبانى الى استعمالات أخرى ــ مثل مركز طبى بدل حضانة أو بنك بدل كافيتريا أو أن تستوعب المصليات اكثر من طاقاتها المقررة ، يدعونا للمطالبة بان يكون تنفيذ اسكان المجاورات وخدماتها سواء على مستوى مركز المجاورة أو مستوى الحى يسير متوازيا .

بمعنى ضرورة تنفيذ مركز الحى فى نفس وقت تنفيذ الاسكان ومراكز المجاورات حتى توجد الخدمات الصحية والثقافية الأخرى عند الاستعمال .

المصادر : قام الباحث بتصميم ٤ مجاورات سكنية ومراكزهم بالمدينة من خلال المكتب الهندسى الاستشارى للتخطيط والعمارة ، المكلف من الدولة بتخطيط وتصميم مدينة ١٥ مايو .

توصيات ندوة يوم المهندس عن
((المياه وترشيد استخداماتها))

ضمن احتفالات نقابة المهندسين بيوم المهندس لعام ١٩٨٥ شاركت جمعية المهندسين بتنظيم ندوة علمية عن المياه وترشيد استخداماتها .

عقدت يوم ٨ أكتوبر ١٩٨٥ وبحثت الموضوعات التالية :

١ ــ التخطيط لاستخدامات المياه فى مصر .

٢ ــ طرق الرى الحديثة ومستقبل التوسع القومى .

٣ ــ ترشيد استخدامات المياه فى الرى .

وقد تفضل السيد المهندس / عصام راضى وزير الرى بتقديم ومناقشة سياسات وزارة الرى حتى عام ٢٠٠٠ .

وخلصت الندوة الى التوصيات الآتية :

فى مجال تنمية الموارد المائية :

١ ــ ضرورة تضافر الجهود من كافة الجهات للحفاظ على قطرة المياه وصولا الى الاستخدام الأمثل وتفاديا للفاقد من المياه .

٢ ــ بذل أقصى الجهود لانشاء اتحاد دول حوض النيل الذى سيكون له اكبر الأثر فى سبيل دراسة وتنفيذ مشروعات أعالى النيل .

٣ ــ استمرار السعى لدى الدول المعنية فى سبيل استكمال تنفيذ قناة جونجلى الذى توقف العمل بها .

٤ ــ التوسع فى استخدام المياه الجوفية فى الأماكن المناسبة .

٥ ــ اعادة استخدام مياه الصرف فى الأماكن التى تسمح درجة الملوحة بها .

٦ ــ ضرورة معالجة مياه الصرف الصحى قبل صرفها فى المصارف وعادة استخدامها فى الرى

٧ ــ عدم حرق مخلفات المصانع فى المجارى المائية بعد معالجتها من المكونات الضارة .

فى مجال تطوير الرى :

١ ــ الالتزام بطرق الرى الحديثة والمتطورة فى الأراضى الجديدة وتجريم مخالفة تلك الطرق .

٢ ــ انشاء منظمات تعاونية لادارة وصيانة نظم الرى تحت اشراف وزارة الرى .

٣ ــ تطوير الشبكات فى الأراضى القديمة بما يناسب كل منطقة لتقليل فواقد النقل والتوزيع .

٤ ــ التجميع الزراعى ولو على مستوى المسقى على الأقل لامكان التحكم فى مناوبات وجدولة الرى .

فى مجال الصرف الزراعى وتحسين الأراضى :

١ ــ لما كانت مشكلة الصرف تحتل مكان الصدارة من بين المشاكل التى تعانى منها أراضى جمهورية مصر العربية ــ فالأمر يتطلب حماية للتربة من التدهور وحفاظا على خصوبتها ورفعا لغلتها السير قدما فى خطة مشروعات الصرف المغطى والمكشوف واستكمال تحسين الأراضى بمقابلات التحسين الأخرى مثل غسيل الأراضى الملحية وعلاج الأرض باستخدام القلوية باضافه الجبس الزراعى وتسوية الأرض باستخدام أشعة الليزر بالاضافة الى استخدام محراث تحت التربة لتكسير الطبقات الصلبة .

٢ ــ ضرورة التنسيق بين مشروعات الصرف المغطى والجهاز التنفيذى لمشروعات تحسين الأراضى لتحقيق التكامل بينهما فى مجال تحسين الأراضى المتدهورة .

٣ ــ تكثيف صيانة شبكات الصرف بشقيها المكشوف والمغطى للحفاظ على كفاءة شبكات الصرف وايجاد جهاز ارشادى مشترك بين وزارتى الزراعة والرى .

فى مجال التركيب المحصولى وتعظيم العائد من وحدة المساحة :

١ ــ اعادة النظر فى التركيب المحصولى القائم حاليا بما يؤدى الى أفضل استخدام للاراضى خصوصا بعد ان اصبح لدينا مخططا رئيسيا للموارد الأرضية .

٢ ــ اشتراك الباحثين فى مجال العلاقات المائية بين الأرض والماء والنبات مع البحثيين فى مجال تربة المحاصيل بهدف انتاج أصناف متحملة للملوحه واخرى مقاومة للجفاف .

٣ ــ عدم زراعة محصول قصب السكر خارج منطقة المصانع الحالية بمصر العليا نظرا لاحتياجاته المائية العالية حيث أن احتياج فدان البنجر هو $\frac{1}{4}$ احتياجات فدان من قصب السكر .

٤ ــ لما كانت الموارد الأرضية محدودة حوالى ٥ر٩ مليون فدان بمساحة محصولية حوالى ٥ر١١ مليون فدان فان الأمر يتطلب زيادة التكيف بزراعة أكثر من محصولين فى العام وهذا يتطلب دراسة التوسع فى استخدام أصناف المحاصيل قصيرة العمر سريعة النضج وتعديل الاحتياجات للرى فى ضوء ذلك .

تطوير التعليم الهندسى
المشاكل والأهداف

الأستاذ الدكتور / محمد عبد الرحمن الهوارى *
الأستاذ الدكتور / حمدى عبد العزيز مصطفى *
الأستاذ الدكتور/سعد مجاهد الراجحى *

١ ـ مقدمة :

انه من اللائق ان نقرر أولا أن المهندس بمصر قام بدور أساسى فى تنمية المجتمع وساهم فى تطوير الدول العربية وينتظر منه الجميع الاستمرار فى هذا العمل البناء بقدرة وكفاءة .

ان عملية تطوير التعليم الهندسى هى عملية مستمرة ويتم جزء كبير منها بدون الحاجة الى تغير لوائح ولا ننكر أن بعض من أعضاء هيئة التدريس يقوم من خلال خبراته الشخصية بتعديل محتوى المقرر ، وطريقة الأداء ، مما ينعكس ايجابا على العملية التعليمية .

غير أن الصورة العامة لخريج اليوم تستدعى الكثير من النظر فى أسباب القصور الذى يشكو منه المجتمع ونعلمه نحن رجال الجامعة . وسستركز هذه الورقة على المشاكل العامة وأسبابها كمؤشر للسياسات والاجراءات التى يجب أن تراعى عند التطوير . وتحديدا سيكون الحديث ملاحظات حول :

((نوعية ومستوى واعداد الخرجين أى الخرجين .. كما وكيفا)) .
ومن الجدير بالذكر ان تقرر تشابك أسباب مشاكل التعليم وعناصر تطويره .

٢ ـ اعداد الخريجين :

٢ ـ ١ يقوم بعض المهندسين ـ اضطرارا ـ بأعمال لا تحتاج الى ما تلقاه من تعليم جامعى . وأهم أسباب ذلك هو النقص الشديد فى خريجى التعليم الفنى والنسبة الغير متوازنة بين حجم الاقتصاد القومى وبين عدد خريجى كليات الهندسة والتكنولوجيا بمصر . ان متوسط الدخل القومى العام لمصر هو ٥٠٠ جنيه للفرد ومتوسط الدخل القومى العام للفرد فى العالم هو ١٢٠٠ جنيه ويوجد طالب هندسة لكل ألف فرد من سكان مصر ، مقابل أقل من طالب هندسة واحد لكل ألفين من سكان العالم . (ناهيك عن أرقام الولايات المتحدة أو اليابان) والغريب أن يطالب البعض بزيادة أعداد الطلبة المقبولين بالكلية .

ان واجبنا هو خدمة المجتمع عن طريق المحافظة على مستوى الخريجين وقيمة مهنة الهندسة .

٢ ـ ٢ ـ خلقت قوى السوق الظاهرية فى فترات متلاحقة ضغوطا شديدة عند توزيع الطلاب على التخصصات الهندسية المختلفة مما ينعكس سلبا على العملية التعليمية ويخلق موجات من الفائض والندرة فى تخصصات مختلفة فى أوقات متباينة . أن ما نراه الآن هو نتيجة الأقبال الشديد على الهندسة الميكانيكية وعزوف الطلبة عن الهندسة المدنية والمعمارية فى أواخر الستينات .

٢ ـ ٣ ـ ان الحاجة ماسة لدراسات توضح مؤشرات احتياجات المجتمع من المهندسين ذوى التخصصات المختلفة وارتباط ذلك بخطط التنمية وعلى وزارات التخطيط والقوى العاملة أن تعد هذه الدراسات وأبلاغ المجلس الأعلى الجامعات ليوضع ذلك فى الاعتبار عند التخطيط القبول بكليات الهندسة وتوزيع الطلاب على التخصصات المختلفة .

بناء على ما سبق وفى غيبة التخطيط على المستوى القومى يجب أن تكون هناك سياسة تحافظ على بقاء الأقسام العلمية الأساسية قوية فى مرحلتى البكالوريوس والدراسات العليا ، وكذلك يجب مراعاة أن يكون هناك حد أدنى لعدد الخريجين من الأقسام المختلفة على مستوى البكالوريوس .

* كلية الهندسة ـ جامعة القاهرة

٣ ــ نوعية الخريجين :

٣ ــ ١ ــ علينا أن نعترف بالحاجة الى ملائمة المقررات التى تدرس بالأقسام العلمية مع احتياجات العمل الفعلية بالمجتمع النامى مع المحافظة على المستوى العلمى المطلوب للخريج الجامعى ، أن غالبية الأعمال المطلوبة من المهندس فى الدول النامية تقع فى اطار التنفيذ والتشغيل والصيانة. ومع ذلك لايعنى بالمقررات التى تساعد المهندس فى هذه المجالات .

٣ ــ ٢ ــ بالرغم من أن مقررات الهندسة بمصر تركز على أعمال التصميم والانشاء ذات المستوى الرفيع فأن المجتمع دائم الحاجة الى الخبرات الأجنبية لانجاز الأعمال الهندسية ذات المستوى العالى .

وبناء على ما سبق يصبح المنطقى أن تكون سياسة التعليم الهندسى بمصر هو تخرج مهندس ذو قدرات متوازنة فى التصميم والتنفيذ والصيانة ، ثم رعاية بعض الخريجين على مستوى الدراسات العليا لتكوين الكوادر المتخصصة ذات المستوى العالى اللازم لانجاز القليل من الأعمال الهندسية الكبرى .

٣ ــ ٣ ــ هناك كثير من الجدل حول الأقسام العلمية الأساسية المطلوبة ويعطى الجدول المرفق الأقسام الموجودة بالولايات المتحدة الأمريكية (مرتبة تنازليا) من تقرير المجلس الأمريكى للمعادلات . ومقارنة ذلك بالوضع الحالى بمصر .

يتضح من الجدول أن هناك تخصصات أساسية واضحة فى الهندسة تمنح الجامعات الأمريكية البكالوريوس منها بأسمها الرئيسى ودون تفرع أو تحديد التخصص .

ان الولايات المتحدة بحجم اقتصادها الهائل وتنوعه الشديد يحتاج ويمكن أن يستوعب العديد من التخصصات وبالرغم من ذلك نجد أربعة تخصصات أساسية تمنحها غالبية الجامعات الأمريكية ، ثم بعض التخصصات اللازمة للكثير من الصناعات ويأتى بعد ذلك أسماء كثيرة لتخصصات ترغب بعض الجامعات أن تتميز بها يوجد قسم واحد يمنح درجة البكالوريوس فى اللحام) .

عدد الأقسام التى تمنح درجة البكالوريوس فى الهندسة بالولايات المتحدة الأمريكية (١٩٨٠ مقارنة بمصر عام ٨٣)

التخصص	الولايات المتحدة ٢١٨ كلية هندسة		مصر ١٨ كلية هندسة	
١ ــ الهندسة الكهربية	٢٠٩	(٩٦٪)	٧	(٣٩٪)
٢ ــ الهندسة الميكانيكية	١٩٦	(٩٠)	١٠	(٥٦)
٣ ــ الهندسة المدنية	١٧٨	(٨٢)	٧	(٣٩)
٤ ــ الهندسة الكيميائية	١٢٨	(٥٩)	٣	(١٧)
٥ ــ الهندسة الصناعية	٧٦	(٣٥)	١	(٦)
٦ ــ هندسة الفلزات والمواد	٥٩	(٢٧)	٣	(١٧)
٧ ــ هندسة الطيران والفضاء	٤٩	(٢٢)	ــ	(ــ)
٨ ــ الهندسة الزراعية	٤٤	(٢٠)	ــ	(ــ)
٩ ــ الهندسة النووية	٢٥	(١٢)	١	(٦)
١٠ ــ هندسة المناجم والخامات	٢٢	(١٠)	٤	(٢٢)
١١ ــ هندسة البترول	١٩	(٩)	٣	(١٧)
١٢ ــ الهندسة البحرية	١٦	(٧)	٢	(١٢)
١٣ ــ الجيولوجيا الهندسية	١٥	(٧)	١	(٦)
١٤ ــ هندسة البيئة	١٢	(٥ر٥)	١	(٦)
١٥ ــ هندسة السيراميك	١٢	(٥ر٥)	ــ	(ــ)
١٦ ــ هندسة الحسابات	١٠	(٥ر٤)	١	(٦)
١٧ ــ الهندسة المعمارية	٩	(٤)	٧	(٣٩)
١٨ ــ الهندسة الطبية والحيوية	٨	(٧ر٣)	١	(٦)
اقسام أخرى	٣٢	(١٥)	٢٢	(١٢٢)

أن النسبة العالية لعدد « أقسام أخرى » بالنسبة للعدد الكلى فى جمهورية مصر العربية هو دليل على وجود مسميات كثيرة لنفس الخريج مثال الهندسة المدنية . هندسة تشييد ، رى ، انشاءات . .

الهندسة الكهربية : الكترونيات ، اتصالات ، قوى ، تليفزيون ، راديو ، تحكم ، حاسبات .

الأمر الذى لا يتواجد فى كثير من الدول حتى فى الولايات المتحدة الامريكية بحجمها الهائل .

ان هذا التنوع الأسمى والظاهرى الكبير ينعكس سلبا على المهنة . وقدرة الخريج على تطوير نفسه طبقا للاحتياجات المتغيرة وبناءا على الدراسات العملية .

كذلك يوضح الجدول غياب تخصصات أساسية لازمة مثل الهندسة الزراعية ونقص نسب تخصصات أخرى مثل الهندسة الصناعية والهندسة الكيميائية .

٤ ـ مستوى الخرجيين

٤ ـ ١ ـ ورد فى الجزء الأول والخاص بمشاكل الاعداد أن غالبية الخرجيين لا تمارس أعمالا تحتاج الى تعليم جامعى وذكر فى الجزء التالى أن هناك حاجة دائمة للاستفادة بالخبرات الاجنبية لانجاز الاعمال الهندسية ذات المستوى العالى . والسؤال الذى يطرح نفسه هو لماذا هذا التناقض ؟ أن خريج كليات الهندسة (وحتى خريج كليات الهندسة والتكنولوجيا بمصر) أعد ليكون مهندسا مصمما أساسا وليس تكنولوجيا قادرا على متابعة أعمال التنفيذ والصيانة . ويقترح البعض أن تنشأ أقسام بكليات الهندسة لمواجهة النقص فى التكنولوجين . أننا نرى أن ذلك ليس بالاتجاه المطلوب حيث أن نوعية التعليم الهندسى الجامعى ونوعية الطالب والأستاذ ليست هى النوعيات المناسبة لاعداد التكنولوجى وهنا تجدر الاشارة الى ورقة مقدمة لقطاع الدراسات الهندسية بالمجلس الأعلى الجامعات فى هذا المجال .

٤ ـ ٢ ـ كثيرا ما يثار نسبة العلوم الاساسية الى العلوم الهندسية الى العلوم التطبيقية وكذلك حجم العلوم الغير هندسية فى التعليم الهندسى وأجابة هذا السؤال ليست اجابة واحدة ومحدودة لقد قام عدد من أعضاء هيئة التدريس بالكلية كل فى مجال تخصصه بالتعاون مع عميد الكلية النظر فى هذا الموضوع من بين موضوعات أخرى وذلك من خلال دراسة أكبر عدد متاح من الجامعات الأجنبية فى دول ذات نظم مختلفة وذات تطور صناعى متباين .

فى دولة واحدة كانجلترا تتراوح نسبة العلوم الاساسية فى الاقسام الهندسية المختلفة بين ٧٪ الى ٢٨٪ وتصل هذه النسبة باحدى الجامعات الالمانية الى ٣٥ ٪ .

أن حجم العلوم الغير هندسية فى النظام الهولندى لا يزيد عن ٥٠ ٪ ويصل الى ٣٥ ٪ فى اليابان منها ١٢ ٪ للتمارين الرياضية ١٠ ٪ للغة الانجليزية وأكثر من ١٠ ٪ للعلوم الادارية والاقتصادية وخلافه . أما فى الولايات المتحدة فتخصص نسبة تصل الى حوالى ٣٠ ٪ للعلوم الانسانية بمفهومها الواسع .

أننا نرى أنه لتحديد هذه النسب للعلوم الاساسية والهندسية و . . و . . . يجب ربط ذلك بمستوى طالب الثانوى العام المصرى والمستوى المطلوب للخريجيين .

٤ ـ ٣ ـ العوامل المؤثرة فى مستوى الخريج .

ان مستوى الخريج يتأثر كثيرا بعدة عوامل ليست كلها فى حدود اللائحة ولا ترتبط بها منها مثلا . .

ـ التكرار فى المقررات .

ـ التلقين والحفظ والمذاكرة (مذاكرة مستخرجة من يتذكر) .

ـ العلاقة بين الاستاذ والطالب .

ـ غياب المكتبة المناسبة .

ـ لغة التعليم المخالفة للغة المراجع والامتحانات .

ـ المناخ العام للمجتمع ، والميزانية المتاحة .

ـ الاداء فى قاعة المحاضرات وفصول التمارين .

اننا نود أن نقرر أن غياب التقييم المستمر لعناصر العملية التعليمية من طالب ومكتبة ومعامل وأستاذ يؤدى الى الانطباع العام بأن المستوى الاقل جودة للخريج يمكن علاجه بتغير اللائحة ولا نظن أن ذلك هو الحال ونعلم أن اللائحة القائمة تستلزم قيام الطالب بالتدريب العملى أثناء العام الدراسى والتدريب الصيفى أثناء الاجازة الصيفية ولا ينفذ أى من ذلك بطريقة منهجية .

٤ ـ ٤ ـ المقررات المشتركة لطلبة الهندسة

لقد قدم اقتراح المقررات المشتركة Common Courses ولم يناقش بدرجة كافية أن هـذا الاقتراح أصلا يهدف الى ترسيخ وحدة مهنة الهندسـة والتغلب على التشـعب الواسـع للتخصصات الهندسية . ليس من المفروض أن يجلس جميع طلبة الكلية معا فى مدرج واحـد وأمام أستاذ واحد لدراسـة المقرر المشـترك « الهندسة الميكانيكية لغير المتخصصين » مثلا . ولكن المرغوب فيه هو الاتفاق على مقرر واحد ذى محتوى محدد وله كتاب مرجع جيد المستوى . أما من يقـوم بالتدريس ومتى وأين .. فهـذه تحدد بما يناسب الظروف .

٤ ـ ٥ ـ عـدد السـاعات :

موضوع أخر مثار هو عددالساعات الدراسية على مستوى :

ـ اجمالى عدد السـاعات .

ـ وحـدة المحاضرة .

وكالعادة يقودنا الموضوع الى بعض المقارنات الدولية التى لا تعطى رقما واحدا لاجمالى عدد الساعات الذى يتراوح بين أقل من ثلاثة الاف ساعة وحتى ما يقرب من خمسة الاف سـاعة أن النظام الحالى بكلية الهندسة جامعة القاهرة يفترض اجمالى عدد الساعات بما يصل الى٣٧٥٠ ساعة (٥ سنوات × ٢٥ أسبوع × ٣٠ ساعة) ولكن هل هذا ما يحدث حقيقة ؟

الشق الآخر والمرتبط بعدد ساعات التدريس هو وحدة المحاضرة . لقد جـرت العادة (على الأقل فى الماضى القريب) أن تكون وحدة المحاضرة هى ساعتين تنفذ ساعة ونصـف . ولاسـباب كثيرة يرى البعض دراسـة امكانية تغيير هـذا الوضع لرفع كفاءة التدريس والاقلال من الوقت الضائع وذلك بجعل وحدة التدريس الفعليـة ساعة وربع لزيادة عدد وحـدات المحاضرات فى اليوم ومن البدائل الأخرى المأخوذ بها فى دول كثيرة (وفى كليات كثيرة بمصر) نظام الساعة التى تنفذ خمسين دقيقة . أن لذلك مزايا مثل قدرة الطالب على التركيز وزيادة عـدد وحـدات الدراسـة . غير أن الاخذ بأى من هذه البدائل يجب أن تسبقه دراسة متكاملة لجميع العوامل المتعلقة بالتطبيق فان ميزة القـدرة على التركيز مثـلا تنعدم اذا ما وضع الجدول الدراسى بحيث تكون محاضرات الاستاذ الواحد متتالية فى نفس اليوم لنفس الطلاب .

٤ ـ ٦ ـ الامتحـانات :

أن النظام الحالى للامتحانات والذى يعتمد أساسا على قياس قدرة الطالب على التذكر هو انعكاس للنظام العام فى التعليم الجامعى والذى هو استمرار لنظام التعليم الثانوى : ـ تلقين ـ مـذاكرة .

أن نظام الامتحانات يسـتدعى مجهودات كبيرة من جانب الطالب والاسـتاذ ناهيك عن الأعمال الادارية المصـاحبة لذلك (كنترول .. أرقام سرية ..) أن نظـام الامتحان التحريرى فقط والذى يشمل على أسئلة تماثل ما كان يطرح فى المحاضرة أو فى التمارين لا يستدعى من الطالب أن ينمى قدراته الخاصة والابداعية ولا يحتاج منه الجدية فى اعداد التقارير (أن وجدت) .

أن كثيرا من المؤتمـرات الدولية وجمعيات التعليم الهندسي تعطى المزيد من الاهتمام لعمليات التقييم بما فيها الامتحانات طارحة هذه الاسئلة:

ـ هل يكون الامتحان شفوى .. عملى .. تحريرى ؟

ـ هل يشجع نظام امتحان الكتاب المفتوح (امتحانات أعمال السنة بالمنزل) ؟

ـ ما مدى السماح بأستخدام الحاسـبات الرقمية المبرمجة ؟

ان هناك حاجة ماسة لتشجيع أعضاء هيئة التدريس بالكلية أن يقدموا اقتراحاتهم لتطوير أسلوب الامتحانات من خلال الاجابة على هـذه الاسئلة وغيرها .

خلاصـــة

لم تهدف هذه الورقة الى تقديم توصيات محددة فى الموضوعات المطروحة ولكنها كانت كما ذكر فى المقدمة : ملاحظات حول نوعية ومستوى واعداد الخريجين .

أن ما يمكن قوله هو الحاجـة الى تطـوير التعليم الهندسى بهدف :

ـ ملائمة الخريج لحاجة المجتمع (نوعيـة الخريج ومقررات متوازنة) .

ـ المحافظة على قيمـة المهنة (اعـداد الخريجين) .

ـ ترسيخ وحدة المهنة (المقررات المشتركة) .

ـ تشجيع روح الخلق والابداع لدى الطالب (ساعات التدريس والامتحانات) .

2. The change in hardness and electrical resistivity after artificial aging is governed by the interaction of two opposite processes: the formation of Zn-rich nuclei and the reversion process.

3. It is proved that heterogenous nucleation on dislocations leads to direct formation of the stable β phase containing 99.5% Zn.

AKNOWLEDGEMENTS :

Laboratory facilities were provided by Metall. Eng. Dep., Fac. of Petr. and Mining Eng., Suez, Egypt; also by Tabbin Inst., for Metall. Studies, Egypt and by Metallurg. Eng. Dep., Ohio State Univ., USA.

REFEANCES :

1. Fridlyander I.N.: «Physical Metallurgy of Aluminum and its alloys», Moscow, 1971; 92. ......

2. Novikov I.I. and Partnoi V.K: «Superplasticity of alloys», Moscow, 1981; 6.

3. Mondolfo L.F. : «Aluminum alloys: structure and properties», London, 1979; 173.

4. Buinov N.N. and Zakharova: «Decomposition of supersaturated solid solutions», Moscow, 1964 (In Russian).

5. Simerska M.I. and Syneck V.: «Acta Metallurg», 1967, 15, N 7; 234.

6. Badiala T.A, Chamraoi F.I.: «J. Prom. Chem.», 1943, 16, N 5-6; 161.

7. Rokhlin L.L and Bochvar N.R. : in: «Structure and properties of light alloys», New Delhi, 1981; 75.

8. A. Lipnisky: «The melting of cast iron and non-ferrous alloys», Mir, Moscow; P. 65.

9. Martin J.W.: «Precipitation hardening», Oxford, 1968; 36.

10. Yostos B., Ibrahim S. and Abbas M.: «Egypt. J. Solids», 1, Nl, 1980; 186.

11. Chalmers B.: «Progress in materials science», V 10, Oxford, 1966.

where the particles of the stable β phase are easily seen.

Aging at 250°C has somewhat different character of aging curve, where there is a great drop in hardness after 2 hours of aging. Such drop in hardness can be related to the reversion (retrogression) phenomenon (9). ...

Electrical resistivity during the artificial aging at 50 and 100°C is characterized by some decrease at the first intervals (3.5 and 2.5 hours respectively) then it becomes practically unchangeable. At 150°C it is actually independant on the aging time (except of the very first moments as shown in Fig. 3). At higher temperatures the changes of the electrical resistivity takes place with maximum value (after 30 minutes at 200° and 1.5 hour at 250°C). The character of this change can be related to the interaction of two opposite processes: the formation of Zn-rich nuclei and the reversion process (7,9). The first process is the more effective one on aging at 50-100°C and leads to an electrical resistivity decrease. On aging at 200-250°C the second (reversion) process becomes the more effective one and results in the electrical resistivty increase. Only aging at 150°C exhibits equal effects of both processes. —

The electron-microscopic study shows that the decomposition of supersaturated solid solution occurs in different manner in different places. For example in the regions free of dislocation and unsoluble particles, precipitation takes place homogeneously, while in places with dislocations and insoluble particles-heterogeneously. Microprobe analysis of Al-15% Zn alloy proved experimentally that the heterogeneous nucleation results in direct formation of the stable β-phase (Fig. 5) containg about 99.5% Zn. This agrees with earlier puplication(10,11).

CONCLUSINS :

The aging of Al-15% Zn is characterized by :-

1. The maximum hardness (55-57 HRB) was obtained after 6 days of natural aging (at about 20°C) of solution-treated alloy (at 350°C for 6 hours).

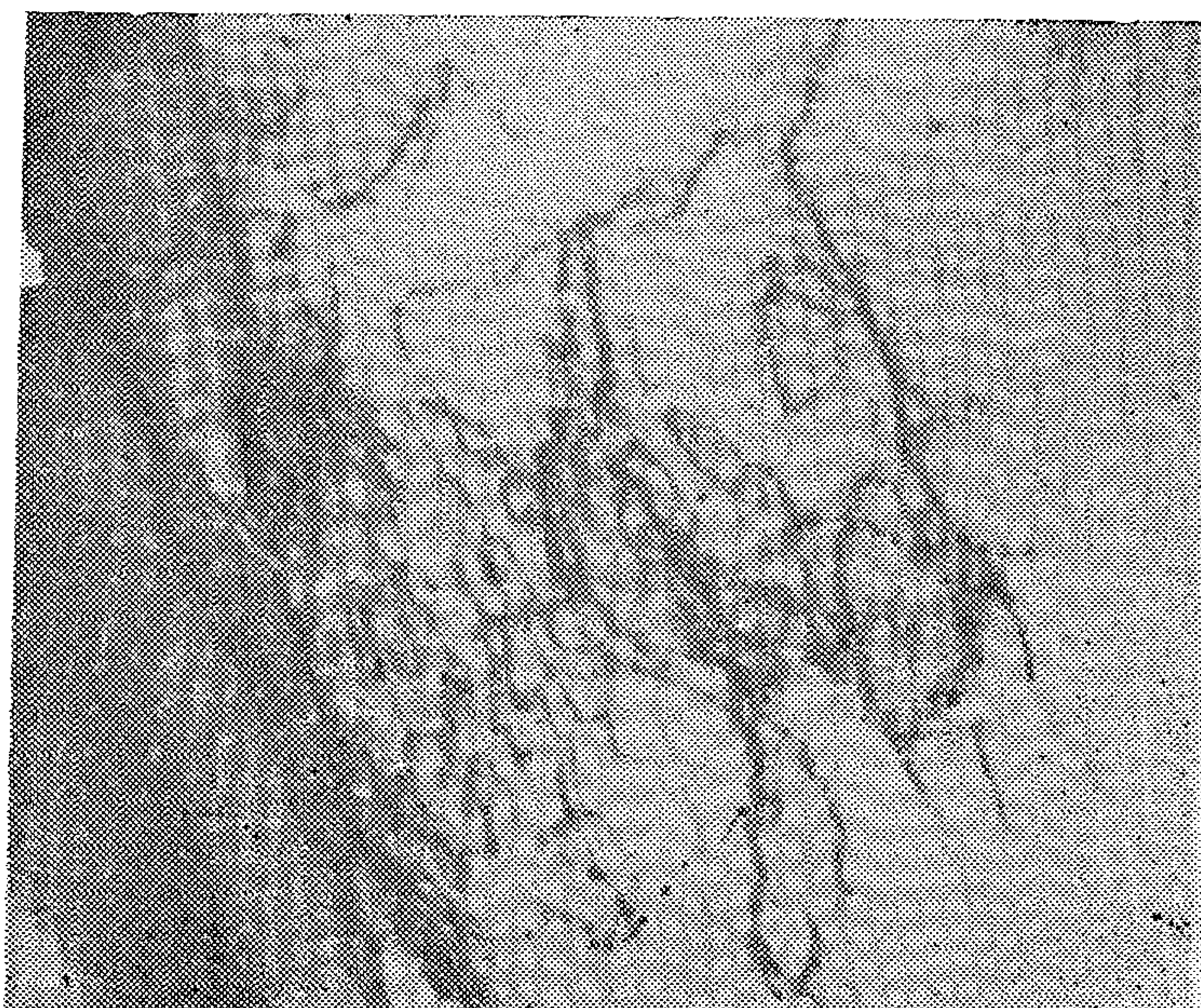


Fig. 5. Transmission electron micrograph of Al - 15% Zn alloy after solution treatment and aging at 150°C for 60 min. X32000

to 6 days then it remains practically unchangeable (HRB 55-57) till the end of the investigation (40 days). It is useful to compare this result with the results of ref. (7) carried out on Al-20%Zn alloy where the max. Brinnell hardness (120-124 HB) was achieved by natural aging for 2 days only; may be, this is due the presence of unsoluble particles because of the unsufficient heating time and temperature (2 hours at 350°C). The electrical resistivity decreases with aging time. It is clear that the greatest change in hardness and electrical resistivity occurs during the first intervals of natural aging. It is well known that electrical resistivity of Al-alloys exhibit a maximum on the aging curve (9.10) but in Fig. 1 this max. is not noticed, probably, because of the very fast decomposition of the supersaturated solid solution before the measurements. To be sure of this, a separate investigation was carried out using very short aging time intervals (from 5 to 30 minutes) at 150°C. The results of this investigation are given on Fig. 3 which shows a very clear maximum.

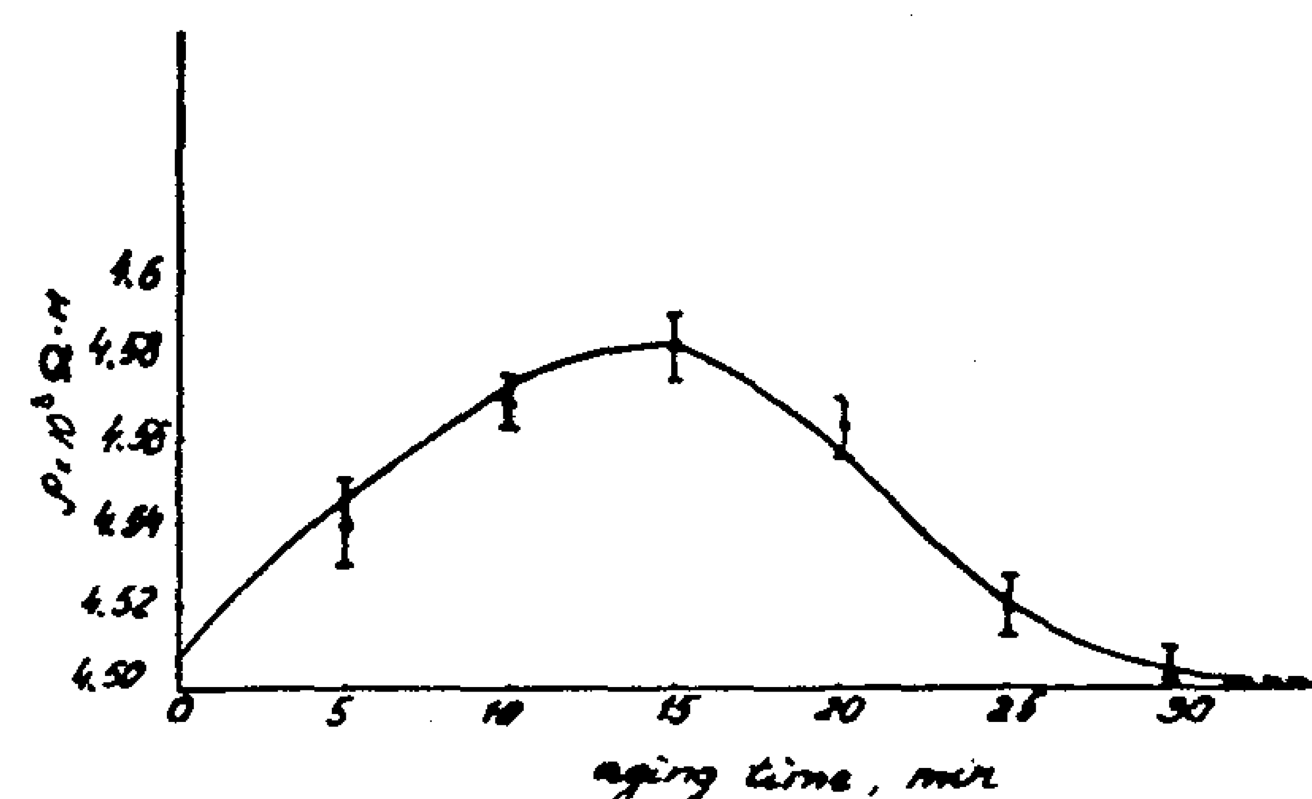
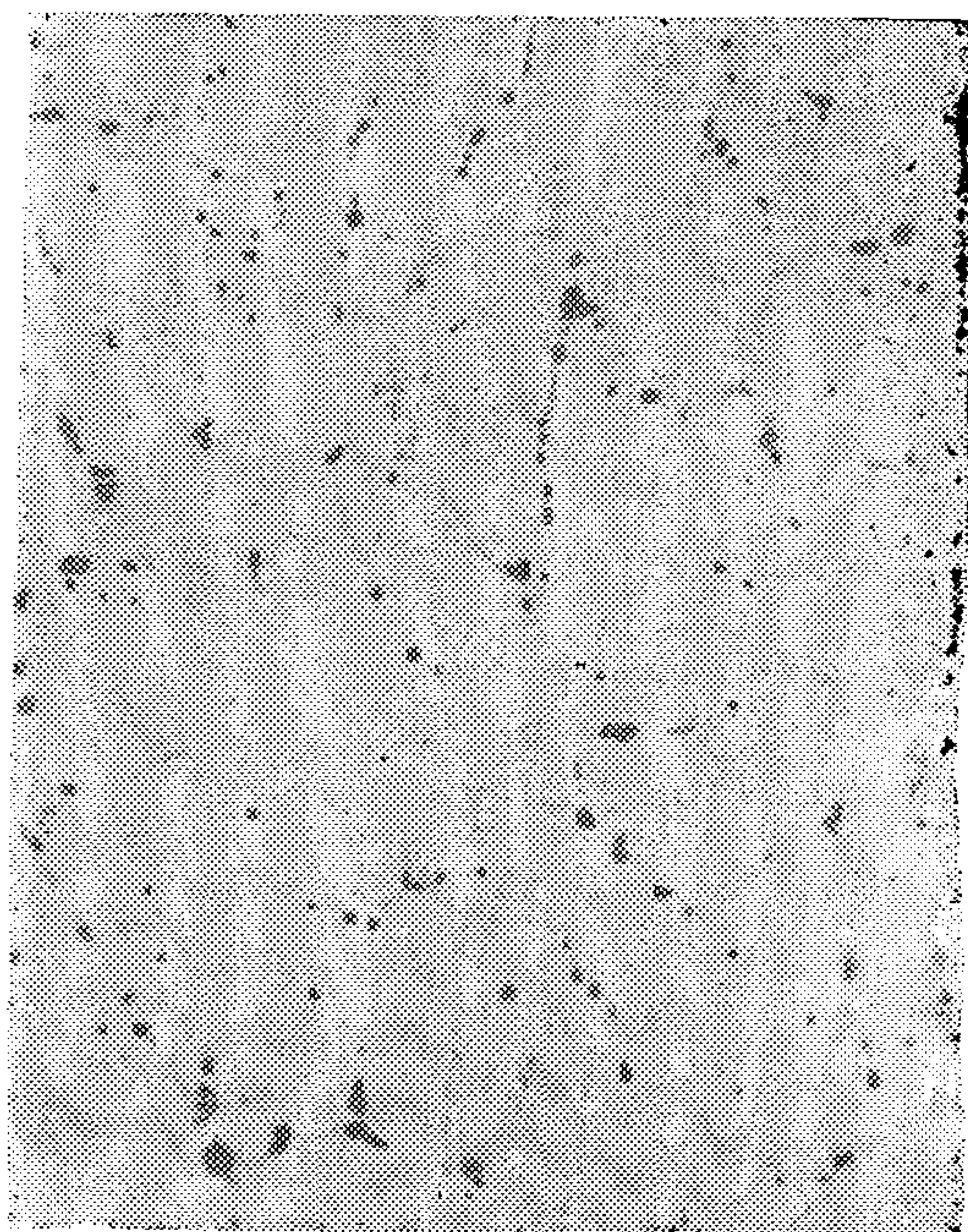
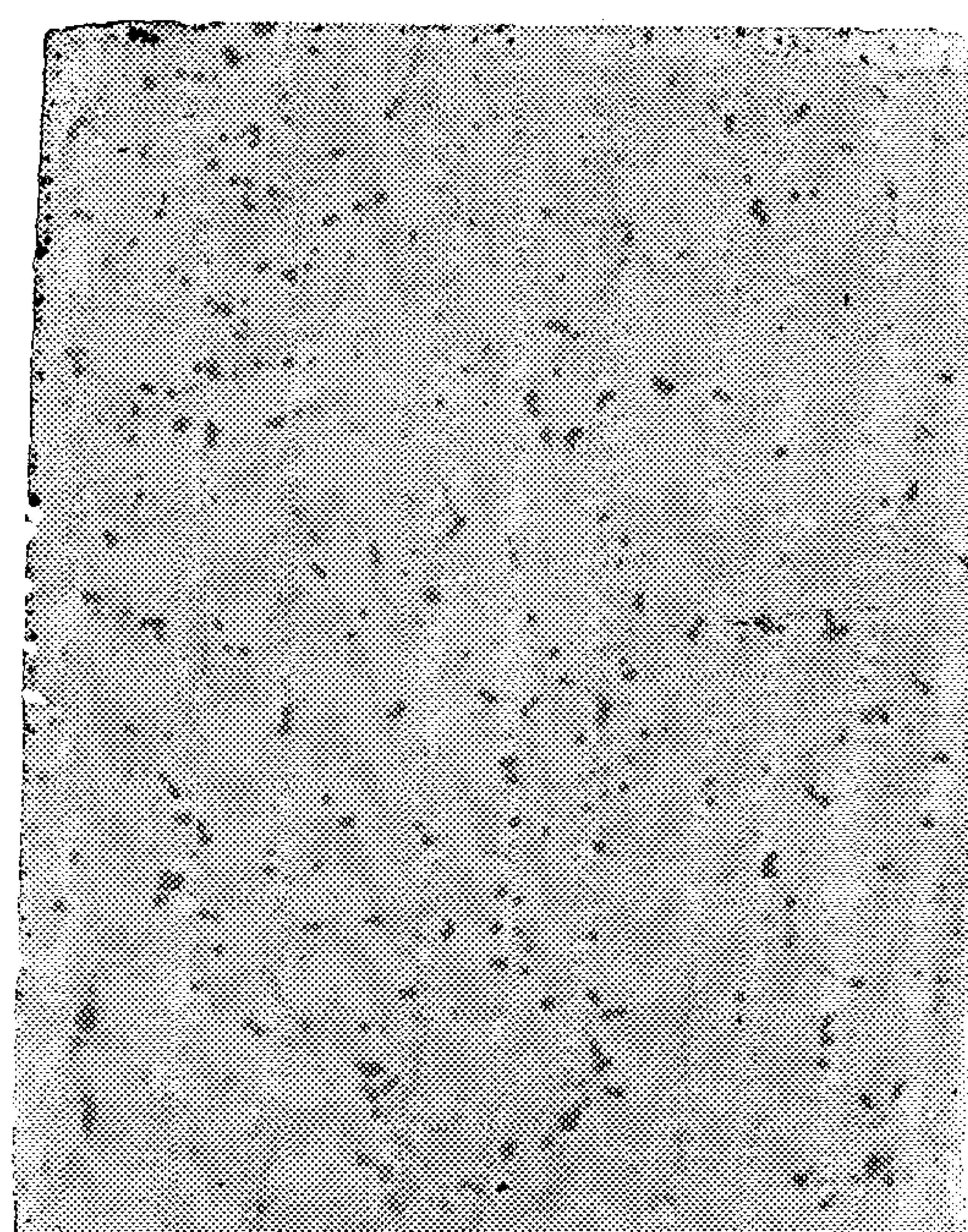


Fig. 3. Electrical resistivity of Al-15% Zn alloy on aging at 150°C.

Fig. 2 shows that the artificial aging at 50°C practically does not affect the hardness, while at 100-200°C it decreases the hardness with the increase of time. The drop in hardness at the first intervals of aging (2.5 hours at 100°C and 2 hours at 150-200°C) becomes more significant by increasing the aging temperature. The alloy softening caused by further aging at 100-200°C (up to 8 hours) is due to the overaging whose features are very clear on the microstucture (Fig. 4)



(a)



(b)

Fig. 4. Microstructure of Al - 15% Zn after solution treatment and aging for 6 hours at : a) 200; b) 250°C

where every individual data point is the average of 10 measurements. Error bars on each point are standard deviations based on the ten meaurements. Max. error is 5HRB for hardsess and 5x10-9 ohm.m. for electrical resistivity.

Fig. 1 shows that the hardness increases with the natural aging time up

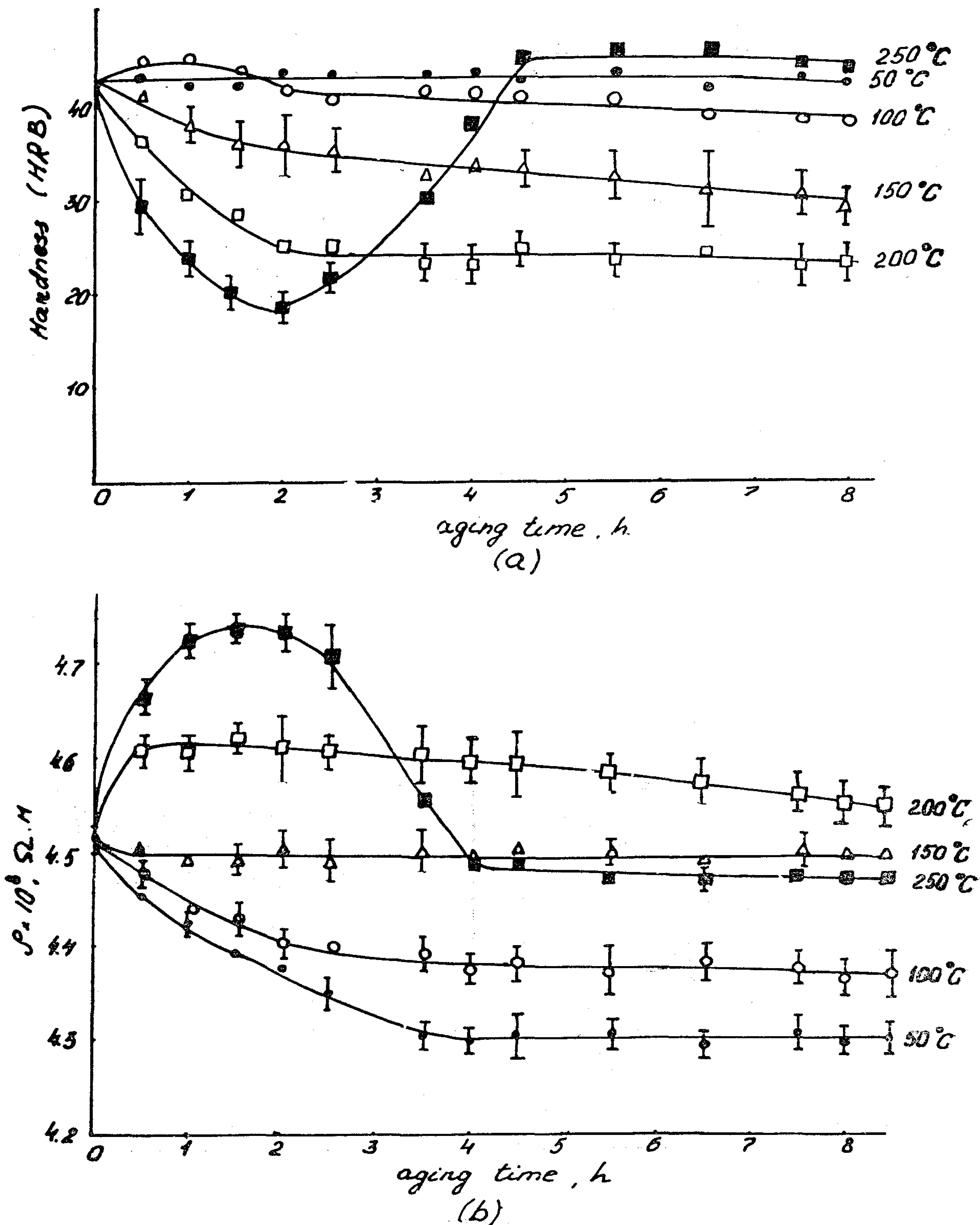


Fig. 2. Artificial aging of Al-15%Zn alloy : a-hardness, b-electrical resistivity.

The aim of this present work is to study the aging process kinetics of Al-15%Zn alloy (with the min, Zn-content in the range) by means of hardness test. electrical resistivity measurements and metallographic study. The used Al and Al-Zn master alloy were of commercial purity; also the chosed heat-treatment conditions are very close to those actually used in the industrial practice.

EXPERIMENTAL PROCEDURES :

Al-15% Zn alloy was prepared using commercially pure Al (0.15%Si; 0.15%Fe, 0.03% Cu, 0.02% Mn, 0.2%Zn) and Al-Zn master alloy (50.67% Zn; 0.37% Fe, 0.09% Cu and Si $\lesssim$ 0.2%). An ingot of 10X 50 X 200mm in dimensions weighing about 300 gm was cast in a permanent mild steel mold. Zn-melting losses were taken from ref. (8). The analysis of Zn-content by optical emission spectroscopy showed that the nominal composition agreed with weighed charge including loss factor.

The ingot was homogenized at450°C for 8 hours then cold rolled (with intermediate annealings at 100°C) to 4mm thickness. A part of the produced slab was machined and used to cut 10X10X4mm specimens for hardness meaurements and optical microscopy.

The slab rest was cold rolled (with intermediate annealings at 100°C) to 0.1mm thickness and used to produce 300X3X0.1 mm strips for electrical resistivity measurements and transmission electron microscopy.

All specimens were solution treated by heating at 350°C for 6 hours and water quenching. Some specimens were naturally aged at room temprature (about 20°C) for time intervals from 1 day to 40 days. The other specimens were kept at room temprature for 1 day then artificially aged at 50 100, 150, 200 and 250°C for time intervals from 30 minutes to 8 hours at each temperature. In all cases, the hardness test, Electrical resistivity measurements and metallographic study were carried out on the second day after aging.

Microprobe analysis was carried out for the specimens artificially-aged at 150°C.

RESULTS AND DISCUSSION :

The values of Rockwell B hardness (HRB) and electrical resistivity versus the aging time are given in Figures 1-2

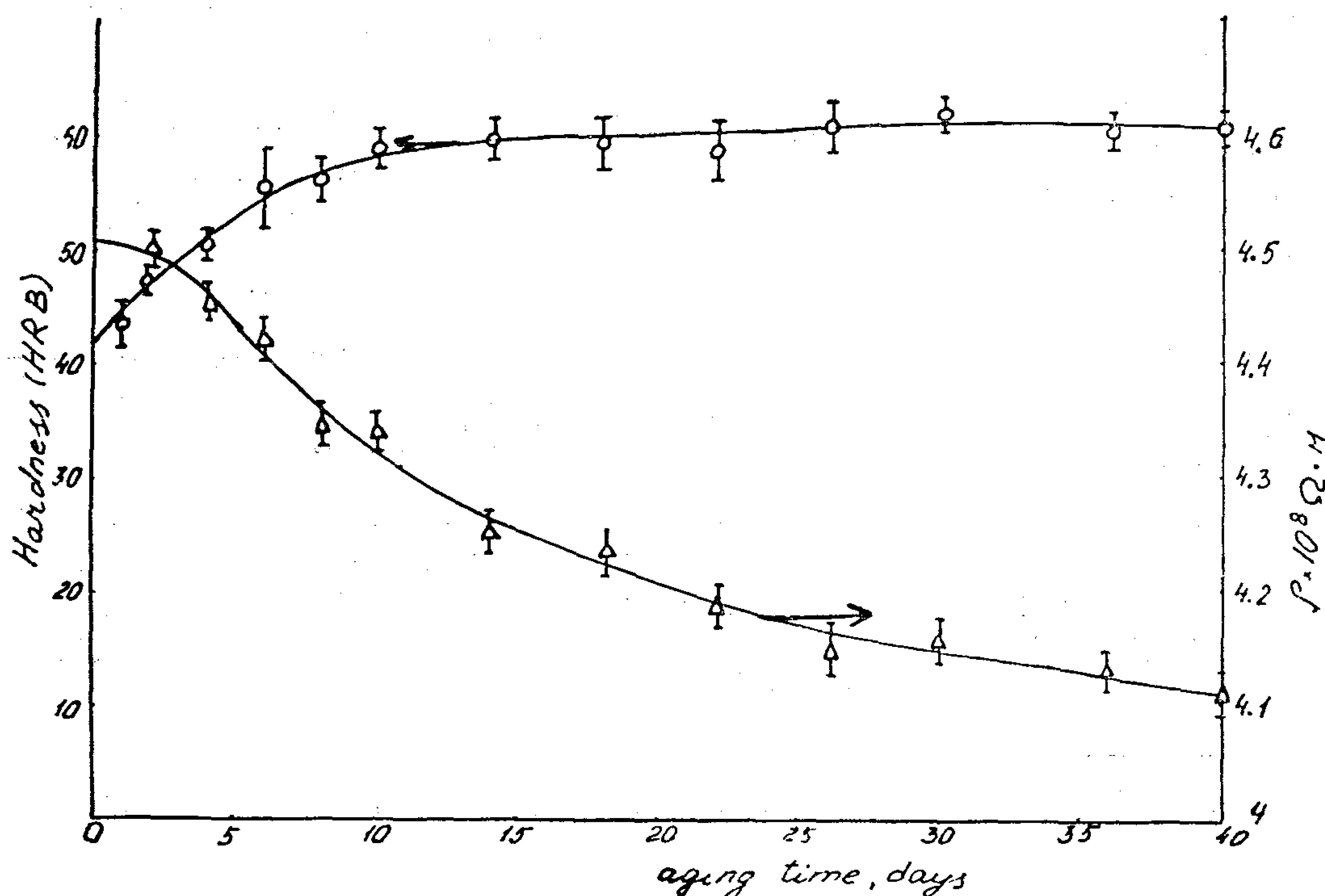


Fig. 1. Natural aging of Al-15%Zn alloy (solution treatment at 350°C for 6h.)

INVESTIGATION OF THE NATURAL AND ARTIFICIAL AGING OF Al-15% Zn ALLOY.

M.I. ABBAS and A. ABDEL-SALAM*

ABSTRACT

The aging process of an Al-15%Zn alloy after solution treatment at 350°C for 6 hours and water-quenching was carried out naturally (at about 20°C for time intervals up to 40 days) and artificially (at 50-250°C for time intervals up to 8 hours). The kinetics of the aging process were studied using hardness test, electrical resistivity measurements and metallographic examinations.

The maximum hardness was obtained after natural aging for 6 days.

The change in properties on artificial aging at each definite temperature is governed by the net interaction of two factors acting in opposite directions: the formation of Zn-rich mucloi and the reversion process.

It is proved that the nucleation at dislocations in this alloy leads to direct formation of stable β -phase.

INTRODUCTION :

Al-Zn system introduce to alloy users very interesting engineering materials because of their superplasticity and high age-hardening ability (1). Particularly, the alloy containing 15-20%Zn gave a relative tensile elongation more than 200% after solution treatment and aging at 100-300°C (2).

The decomposition of Al-Zn supersaturated solid solutions during aging was studied by several investigators (3-5). Most of them believe that the sequence of precipitations in this process is :

1. The formation of spherical G-P zones of 10-60 A° in diameter and containing about 50%Zn;
2. The change of these zones from spherical shape to the ellipsoidal one with dimensions 100-150A° in length and 30-50 A° in thickness.
3. The formation of completely coherent phase of rhombohedral. structure (a = 3.9855A° and α = 91.5°),
4. The transformation to the semicoherent α -phase with cubic lattice (a = 3.89A°).
5. The formation of the stable β phase (solid solution of Al in Zn) with hexagonal structure (a = 2.80, c = 6.78 A°).
   It was found that the maximum aging effect in Al-Zn alloys is obtained when their Zn-content lays between 15 and 20% (6)

Rokhlin and Bochvar (7) investigated the aging of Al-20%Zn alloy (with the max. Zn-content in the above range) using extra-high purity Al and Zn with small additions of other elements.

* Dep. of Metallurg. Eng., Fac. of Petr. and Mining Eng., Suez-Canal Univ., Suez, Egypt

Maamoun, M. and E. M. Ibrahim (1978) : Tectonic activity in Egypt as indicated by earthquakes. Helwan Inst. Astr. and Geophys., Bull. 170.

Maamoun, M. and H. M. El-Khashab (1978) : Seismic studies of the Shadwan (Red Sea) earthquake; Helwan Inst. Astr. and Geophys., Bull 171.

Maamoun, M., A. Allam. A. Megahed and A. El-Ata (1980) : Neotectonics and seismic regionalization of Egypt; Bull. of Int. Inst. of Seismology and Earthq. Eng., V 18, 27-39. Japan.

Maamoun, M., A. Megahed and A. Allam (1984) : Seismicity of Egypt; Bull Helwan Inst. Astr. Geophys., IV, Ser. B.; also in Bull. Seism. Soc. America (in print).

Meshref, W.M., E.M. Refai and S.H. Abdeel-Baki (1976) : Structural interpretation of the Gulf of Suez and its oil potentialities; EGPC, Fifth Explor. Seminar, Cairo.

Mohammadioun B. (1978) : Détermination des spectres de référence adaptés aux sites; Commissariat à l'Energie Atomique, Note Technique SE-SRS n° 40.

Sadek, H. (1959) : The Miocene in the Gulf of Suez region (Egypt); Geol. Survey Egypt, 118 pp.

Said, R. (1962) : The geology of Egypt; Elsevier Pub. Co., 377 pp.

Schürmann, H.M.F. (1971) : Gulf of Suez and northern Red Sea area; Tectonics of Africa, Earth Sc. n° 6, UNESCO, Paris.

Shata, A. (1956) : Structural development of the Sinai Peninsula, Egypt; Bull. Inst. Desert Egypt, T VI n° 1, 168-183, Cairo.

Swartz, D.H. and D.D. Arden (1960) : Geological History of Red Sea Area; Bull. Am. Assoc. Petrol. Geologists, 44, 1621-37.

Trifunac, M.D. and A.G. Brady (1976) : Correlation of peak acceleration, velocity and displacement with earthquake magnitude, distance and Site conditions; Int. Jr. Earthq. Eng. Str. Dyn., v 4, g, 455-472.

USNRC (1973) : Design response spectra for seismic design of Nuclear Power Plants, Regulatory Guide 1. 60, Revision 1.

USNRC (1978) : Reactor siting criteria; Code of Federal Regulations, Title 10, Ch. 1, Part 100. App. A.

Youssef, M. (1968) : Structural pattern of Egypt and its interpretation; Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol., 53, 4. 601-614.

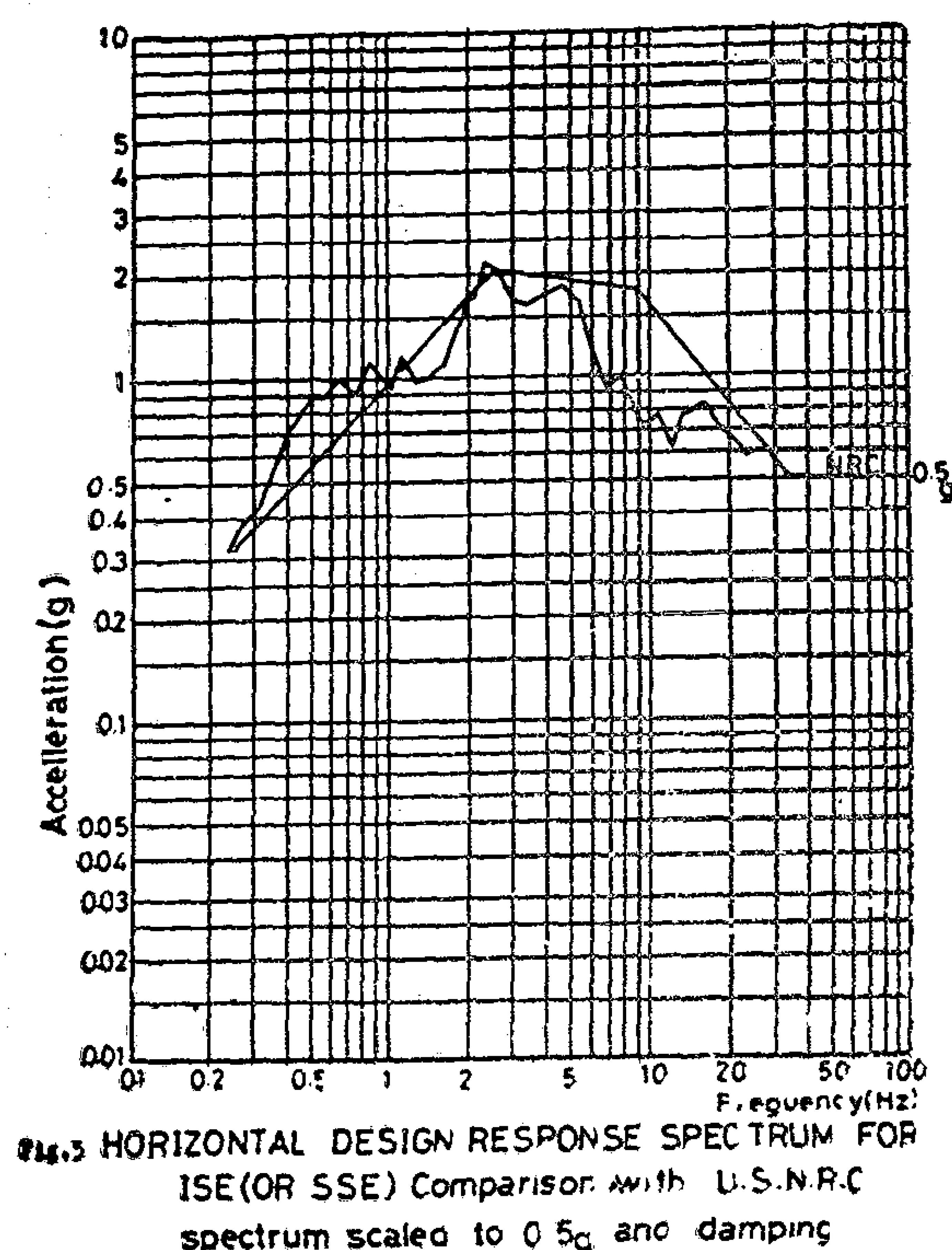


Fig. 5 HORIZONTAL DESIGN RESPONSE SPECTRUM FOR ISE (OR SSE) Comparison with U.S.N.R.C spectrum scaled to 0 5g and damping

Figure 5 shows also that the calculated spectrum for acceleration is compared with that recommended by the USNRC (1978).

It can be seen that in the frequency range between 1 and 25 Hz, the NRC spectrum adjusted to a zero period acceleration of 0.5 g are fairly close to the calculated sepctrum. For low frequencies, however, between 0.25 and 1 Hz the calculated maximum acceleration values are greater. The result is due to a shift of the spectrm towards the low frequencies because of the larger magnitude.

In this study, the calculated spectrum corresponding to the horizontal component, and calculated for the above-mentioned earthquake, is due to the conservtive hypothesis about March 1969 earthquake assumed to occur within the site province, and therefore placed beneath the site. Also the damping ratio was taken as 2% which needs to be improved due to the soil characteristics and geotechnical study ofthe Zafarana site.

In this study, Zafarana site seismic conditions have been defined using assumptions based on limited or sometimes imprecise geotechnical, geotectonic and historical sismic data. It is then important to eliminate the lack of precision about seismic, geotectonic. geophysical and geotechnical information by carrying out complementary studies.

ACKNOWLEDGEMENTS

This research was supported by Helwan Inst. of Astronomy and Geophysics and Nuclear Power Plant Authority, I wish to express my gratitudes for their valuable help. Also it is hoping to thank an anonymous refree whose comments led to clarify any points in the paper.

REFERENCES

Coleman, R. G. (1974) : Geological background o the Red Sea : Initial reports Deep Sea Drilling Project, V. 23, 813-820.

Devillers, C. and B.Mohammadioun (1981) : French methodology for determining site adapted spectra; 6th. Int. Conf. on Struct. Mechan. in Reactor Technology, Vol. K, 1/9. Paris.

Iskandar, F. (1946) : Geological survey of the East coast of the Gulf of Suez South of latitude 29° N, Rept. Standard Oil Cpy, Egypt.

Jones, C.T. (1946) : Geological survey of the East coast of the Gulf of Suez South of latitude 29° N, Rept. Standard Oil Cpy, Egypt.

Le Pichon, X. J. Francheteau and J. Bonnin (1973) : Plate tectonics, 95-102, Elsevier Sc. Publ. Com., Dev. in Geotectonics 6.

Maamoun, M. (1976) : La séismicité du Moyen et du Proche-Orient dans le cadre de la séismotectonique mondiale; Thesis D. és Sc., Un. Louis Pasteur, France.

Commission (USNRC, 1978) in order to reach these French levels is different from the French method. The ISE (or corresponding SSE) could be one degree higher than that estimated as the MHPE (Mohammadioun, 1978).

Several formulas can be used in order to define the SSE basic acceleration at zero period (i.e., corresponding to an infinite frequency). The most used in the U.S.A. is Trifunac and Brady's (1976) formula. This formula gives maximum horizontal acceleration of 0.37 g and 0.75 g for the intensities VIII-IX and IX-X, respectivelly. For the intensity IX which is assumed here, the formula gives the value 0.52 g. The OBE basic acceleration is at least one-half the SSE basic acceleration. This concerns the horizontal component of the seismic excitation, but for the vertical component, the American method uses 2/3 of the horizontal basic zero period acceleration and adjust to it the specific standard vertical sectrum (USNRC, 1973). The 2/3 rule is also used in the French method to determine

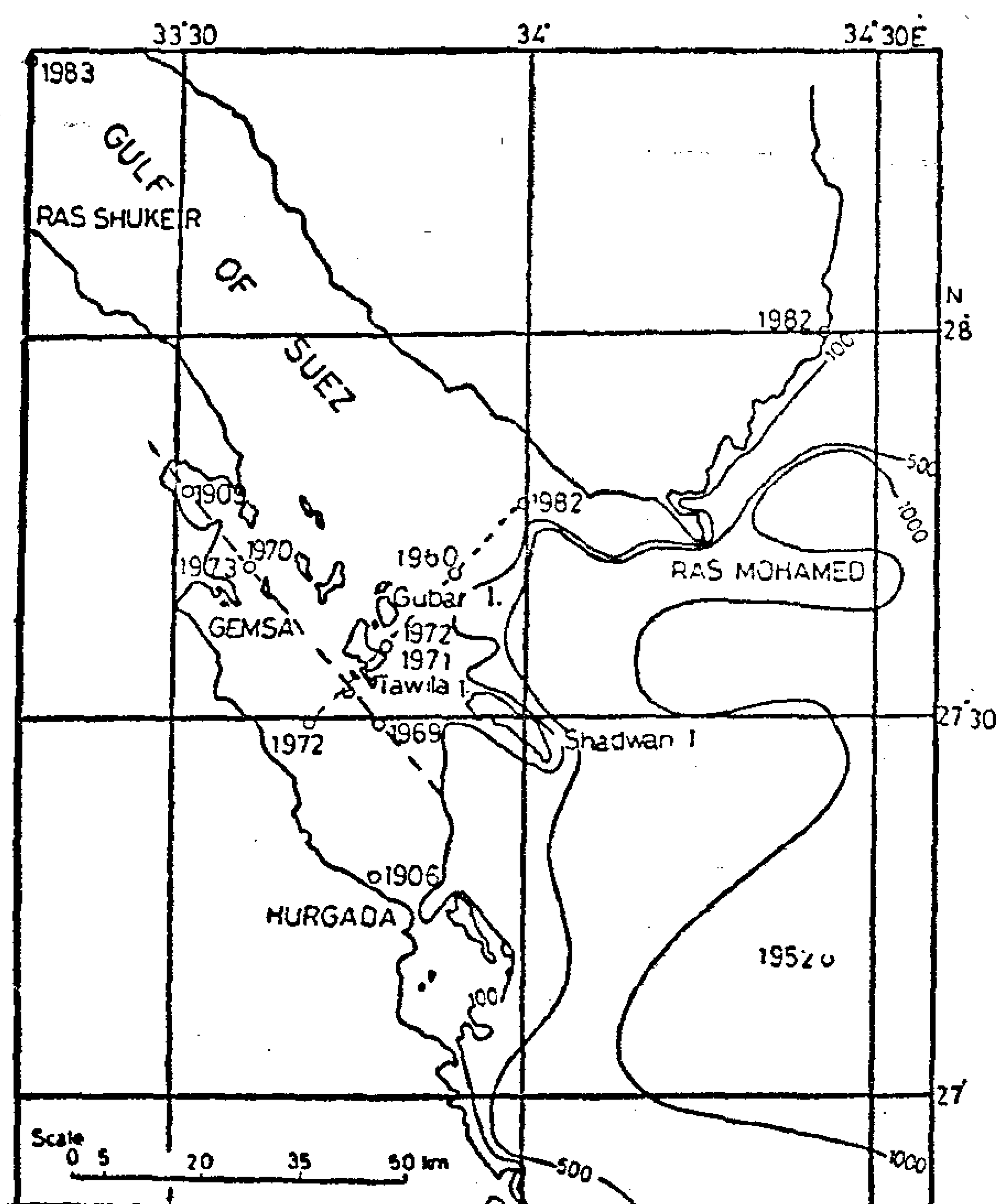


Fig.4 LOCALISATION OF EPICENTERS ON SOUTH GULF OF SUEZ AREA

the whole response spectrum (Mohammadioun, 1978).

DISCUSSION AND CONCLUSION :

For the design of the structures and systems related to the reactor safety, the ISE in the French method or SSE in the American method give : 1) Level of intensity I between VIII-IX to IX-X, and it is here likely to be IX; 2) The corresponding horizontal acceleration at zero period is about 0.5 g and 2/3 of this value is used for the vertical component;

3) Acceleration response spectra for the horizontal component is given in Fig. 5 for a range of frequencies corresponding to the natural freqquencies between 0.25 and 25 Hz for a damping ratio 2%.

In this figure, the spectral variation is presented on the basis of the simplification form given by Devillers and Mohammadioun (1981) as :

$$S_v = S_0 \, 10^{aM} \, R^n$$

where;

S_d, S_v or S_a : the calculated response spectrum for a given damping value,

S_d : maximum relative displacement,

$S_v = \omega S_d$: maximum pseudo relative velocity,

$S_a = \omega^2 S_d$: maximum pseudo relative acceleration, $\omega = 2\,\Pi$ in cps.

M and R magnitude and hypocentral distance,

S_o a and n : the correlation coefficients variable with frequency; they are due-class I = IX and damping ratio 2% of Appendix c (Devillers and Mohammadioun, 1981).

in the seismotectonic province of the Gulf of Suez (Fig. 3). For evaluation of the risk, it is assumed that the strongest earthquake with its epicenter in this province is capable of occurring below the site of the nuclear plant. The earthquake thus defined corresponds to the Shadwan earthquake occured in march 1969.

The intensity of this earthquake at the epicenter (I o) has not been definitely established. Accorring to Maamoun and El Khashab (1978), it was IX on the intensity scale MSK-1964 and according to Rothé (personal communication; Maamoun, 1976) it is VIII.

At Shadwan Island, a zone close enough to the epicenter, no reliable data are available to define the intensity at the epicenter with high degree of certitude, e.g.;

— Damage to buildings is ver minor: it corresponds to an intensity of VII but has little significance because there is only one building, a lighthouse and its outbuildings;

— The movements felt by the inhabitants may have been exaggerated because of subjective factors and may correspond only to an intensity of VII;

— The death of fish may indicate an intensity of VIII;

— There were two permanent changes in the landscape : the tilting of a bank of coral, which corres ponds to an intensity of VIII (or as high as IX in worst cases), and a crack 4 km long and 10 to 20 cm wide, corresponding to an intensity VIII to IX.

Accordingly, and in view of the high magnitude of the earthquake, however, 6.9 or 7.0, which seems to indicate permanent ground deformation including faulting, we will not disimiss the maximum limit of the range of possible Io values and we will give the Shadwan earthquake an Io intensity of VIII to IX at the epicenter.

In this study, the other parameters characterizing earthquakes in the seismotectonic province of Zafarana, which have been used are the magnitude (M) and the focal depth (h).

In the data presented by Maamoun and El-Khashab (1978), at Hurghada and Sharm-el-Sheikh, the effects caused by the Shadwan earthquake correspond to an intensity of VII. This big drop in intensity over a short distance (45 km) between Shadwan and Hurghada or Sharm-el-Sheikh, and the large area, with a radius of 500 km, where the earthquake was felt only slightly on the other suggest a shallow hypocenter.

The famous Black and Scheblin's formula expressing the attenuation of seismic intensity as a function of the focal distance could be applied on the basis of a knowledge of the map of the isoseisms (Maamoun and El-Khashab, 1978). The most reliable observations of the Shadwan earthquake are those assigned in the Nile Delta region, where the population and building density are significant. The macroseismic intensity was estimated as V in this region, about 200 km from the epicenter where Io assigned before to be VIII-IX. The estimated focal depth is then of order of 21 km.

From the consideration based on the above analysis of historical seismicity and seismotectonics, a design earthquake with magnitude 7.0, focal depth of order of 20 km and a basic intensity of IIIV-IX for the Maximum Historically Probable Earthquake (MHPE) could be assigned to the Zafarana site.

Concerning design aspect, the French (Mohammadioun, 1978) levels (MHPE) and Increased Safety Earthquake (ISE), have roles similar to the American levels, respectively Operoting Basis Earthquake (OBE) and Safe Shutdown Earthquake (SSE). However, the procedure approved by the United States Nuclear Regulatory

a thrust against Eurasia (Le Pichon et al, 1973). If the plates were rigid homogeneous structures, their separation would result in openings affecting the whole of the zone formed by the Red Sea and the Gulfs of Suez and Aqaba. Manifestations of seismicity seem to indicate however that the southern part of the Red Sea is opening separately from the northern parts of the rift, which are far less often affected by earthquakes. It may be assumed that the extension northwards of the opening of the rift along the NNW-SSE and N-S faults is interrupted by north-eastward slipping phenomena along the main ENE-WSW features.

The opening process may eventually extend into the northern regions of the Red Sea, Gulf of Suez and Gulf of Aqaba, as the plates separate. On the other hand, it is not impossible that the Gulf of Suez is at present in a compression stage as a result of the separation of the edges of the Red Sea, which may also generate earthquakes in the northern part of the Gulf of Suez.

A number of observations provide arguments proving a connection between the earthquakes in the South of the Gulf of Suez and the general structure of the latter, independently of the geological unity defined above. These arguments are based on the following three observations and their interpretation.

The isoseismal map of the Shadwan earthquake (March 31, 1969; 27.7°N 33.9°E, M 7.0) plotted by Maamoun and El-Khashab (1978) shows inflections in the isoseismic lines indicating that energy is transmitted more readily along the alignments of the Gulfs of Suez and Aqaba than along any other radius. This seems to show either that the structure of the Gulf of Suez is under tension or that the movement of the fault on which the earthquake originated tended to continue in the direction of the Gulf of Suez.

Figure 4 shows the epicenters of the main earthquakes which have occurred since the beginning of the century at the southern end of the Gulf of Suez. They are all NNW of Shadwan Island, and all in the Gulf of Suez rather than in the Red Sea, going as far into the Gulf of Suez as 50 km from the northern tip of Shadwan Island. The majority of these epicenters are aligned in two directions; NNW-SSE and NE-SW directions. The first is identical with the fracture reported (Maamoun and El-Khashab, 1978) to have appeared in shadwan Island during the 1969 earthquake also lies NNW-SSE. It is the general structural direction of the Rift (Figs. 1 and 3)

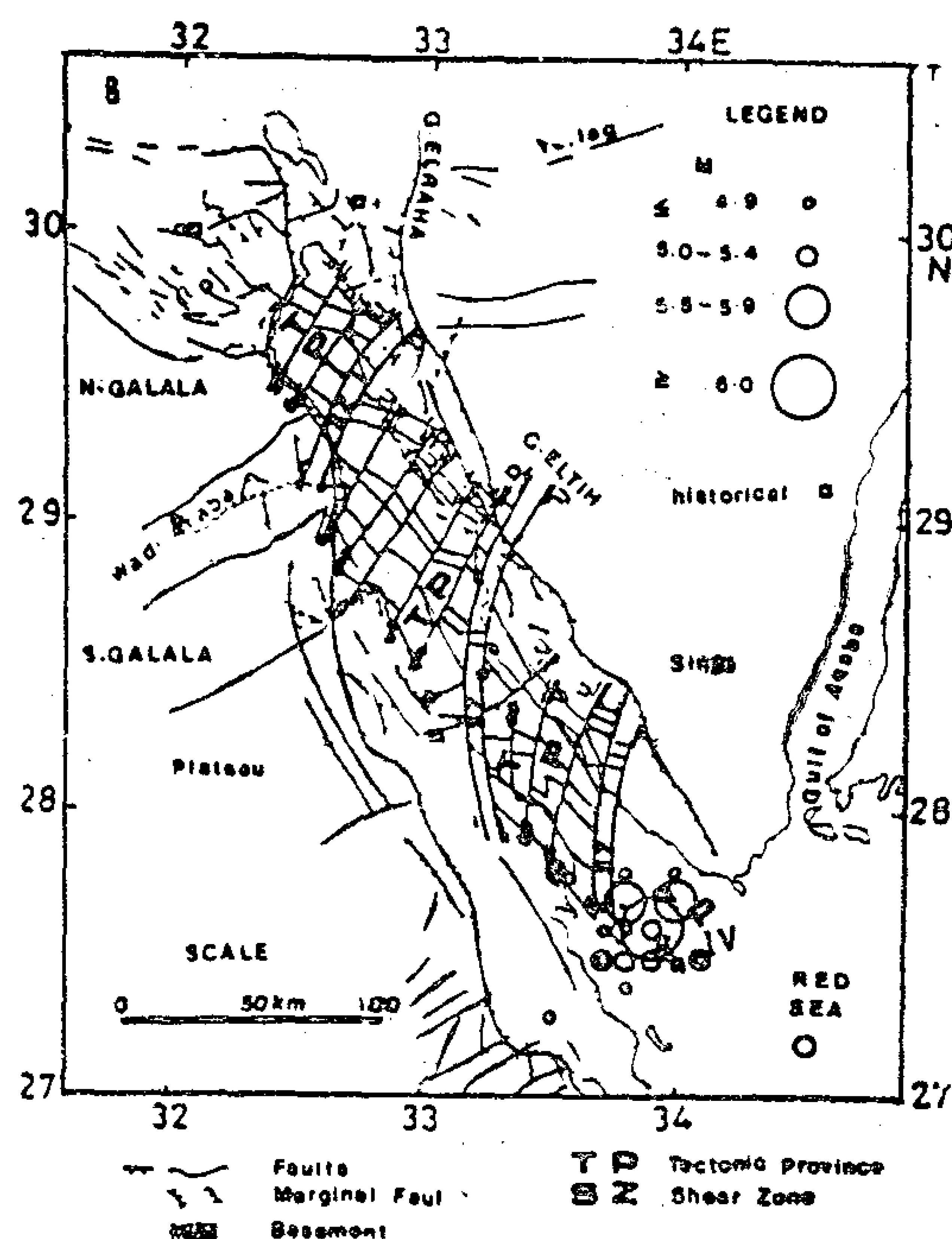


Fig. 3 Seismotectonics of Gulf of Suez Area

According to the same authors (Maamoun and El-Khashab), the observed shift in the time-frequency relationship between the foeshocks, the main shock and the aftershocks seems to indicate a prominant NNW movement of the epicenters over a period of time, along the Gulf of Suez fracture line.

SEISMIC RISK AT THE SITE

The Zafarana Site is inside the Rift,

(the pressure exerted on the Levantine Plate by the Arabian Plate). Subduction phenomena when the earthquakes occur at the contact between two plates as the African Plate in contact with the Aegean and Turkish Plates. In the first two cases, the earthquakes originate near the surface and their hypocenters are between 15 and 60 km deep while they are between 70 and 300 km deep in the third case.

Although the seismicity is very considerable in the southern Red Sea (maamoun, 1976), it is limited to few foci in the norhtern part at the southem tip of sinai Peninsula where there are few major earthquakes (Fig. 2). This figure shows also that the Gulf of Suez seems to have been seismically calm during historical times.

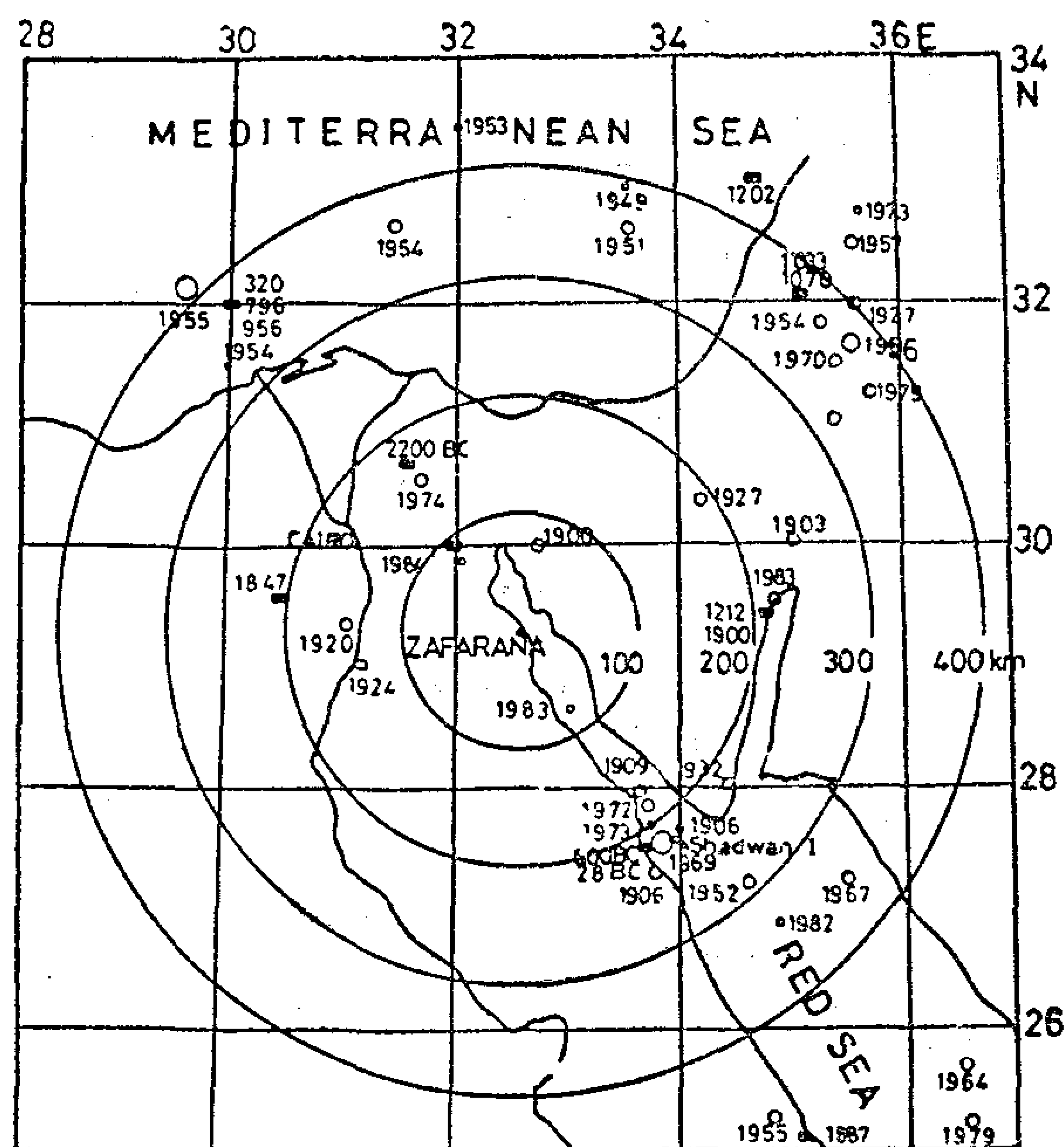


Fig 2 SEISMICITY OF ZAFARANA SITE

The NNW-SSE system of faults in the Red Sea extends northwestward below the Nile Delta. The seismoteconic map of figure 3 shows that earthquakes occuring in this region are probably linked with these faults and, perhaps even with the existing NE-SW fracture network which cuts across them. A relatively large number of earthquakes have been felt in the Nile Delta, but most have been of low magnitude. The region is densly populated, so even a weak tremor is bound to be felt (Maamoun et al, 1984). The earthquakes off-shore Alexandria region (Fig. 2) could also be related to the NNW-SSE fractures system.

Continuous features and homogeneous structure are observed between the Red Sea and the Gulf of Suet Rifts, which in this stage form a single structural regime; the Red Sea Rift, caused by collapse; and criss-crossed by faults the biggest and most numerous of which run NNW-SSE. These are intersected or relayed by others in different directions, mainly N-S and transverse faults (Maamoun, 1976; Meshref et al, 1976). The structure of the Red Sea Rift seems to extend towards the NNW beyond the northernmost tip of the Gulf of Suez, first below the Nile Delta and very probably further into the Alexandria area and even below the sea off Alexandria as discussed above.

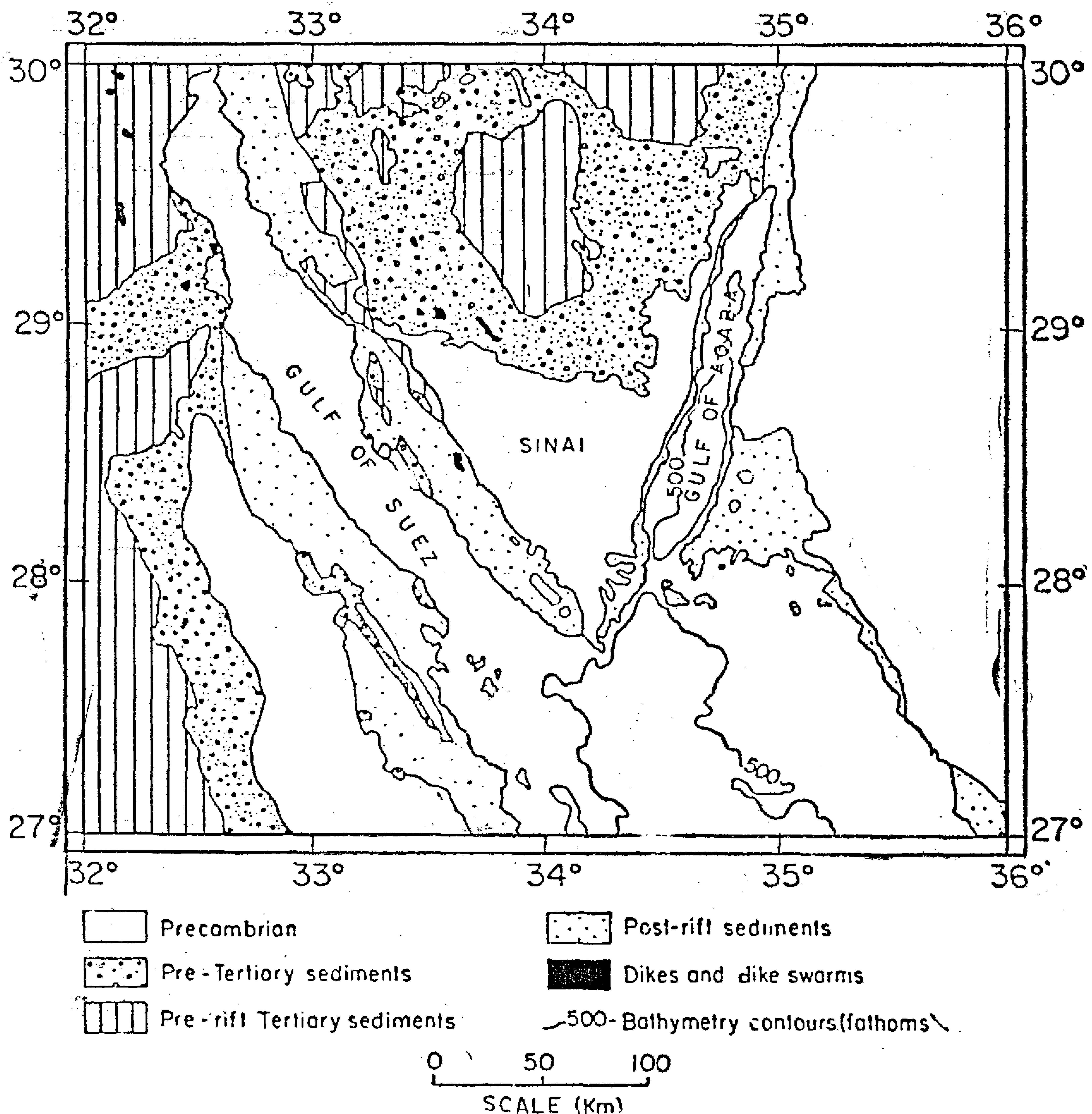
The Red-Sea-Gulf of Suez Rift can be defined as both as a seismotectonic province and a specific feature because of its small area and the density of the NNW-SSE faults affecting it and the possible interactions of their effects due to their many intersections with other fractures. The limits of the province are marked by two large faults; the feature can be defined as the network of faults between the two main faults along the borders, a network which is sufficiently dense to be considered as a single large feature.

The Red Sea Rift is at present evolving, as shown by the intense seismic activity in its southern part (Maamoun, 1976). This evolution is due to tensional stresses caused by the outward drift of the African and Arabian Plates and the north-eastward rotation of the Arabian Plate, the northerm part of which exerts

existing tectonic movement in the site area. This is true, even though the geological and structural context of this highly fractured region linked to the Red Sea Rift where Pliocene movements illustrated by the difference in extent of deposits on either side of the Gulf of Suez (150 m on the Sinai coast and 250m on the western coast of the Gulf of Suez) leads one to beleive that tectonic movements may have existed in other ages.

SEISMOTECTONICS

Egypt is affected by networks of faults in distinct directions (Youssef, 1968) which have been activated or reactivated at different periods (Maamoun and Ibrahim, 1978). The foci of earthquakes felt (Maamoun et al, 1984) in Egypt could related to one of the followings. The NNW-SSE faults where the earthquakes are essentially due to differential moveements on either side of planes of faults caused by tension; this applies to rifts at the edges of the separating plates (Maamoun, 1976). A compression zone where the stresses involved again cause fractures with movements along their plane, and also folds, as in the case of two continental masses in contact



after, Coleman (1974). Expased Pre-Rift rocks within rift;
Fig. 1 a : Tectonic map (see Said, 1962,
Fig. 1 b : Gelogy of Gulf of Suez area; Page 34).

PRELIMENARY SEISMOLOGIC STUDIES FOR SITING NUCLEAR POWER PLANT AT ZAFARANA SITE, GULF OF SUEZ, EGYPT ,

by

M. Maamoun*

INTRODUCTION

For a nuclear power plant siting, it is essential to investigate earthquaqe or other ground motion phenomena in the region and the geotechnical characteristics of the site area. Thus, in evaluating a design basis earthquake of a nuclear power plant, it is essential to determine the vibrational characteristics of the ground motion to be expected at the site during the occurrence of an earthquake. Also, seismic and geologic hazards at or near the site together with the foundation properties should be determined. In this study, geological and seismological investigations as initial requirements for siting were presented for Zafarana area in Egypt (Fig. 1).

The Zafarana is on the edge of the Gulf of Suez, on the west coast of the Red Sea . From the geological point of view, the region of Gulf of Suez possesses very special characteristics and comprletely original features compared with the rest of Egypt. The homogenous sturcture of the Gulf over the whole of its present geographical extent, as well as the individualization of this region throught geological history, leads to the whole of this zone being placed in one geological tectonic province where considered as a taphrogeocyncline by Said (1962).

This province seems to be in the area of 600 km long from the Mediterranean coast North of the Nile Delta to the southern extremity of the Sinai Peninsula, and having a width of approximately 70 km (Fig. 1 a). It appears as a depressed zone constituting a veritable rift (Fig. 1 b), the central and southern parts of which have subsided below sea level and are occupied along their axis by an arm of the Red Sea and the appearance of which perfectly reflcts the tectonic style (Swartz and Arden, 1960).

This style results from severe and very dense faults (Jones, 1946; Iskandar, 1946, Shata, 1956; Schürman, 1971; Meshref et al, 1976) which have led to a very tightly packed compartmentation, with unequal subsidence of the different blocks, following a time of strain responsible for the general structure of the rift. The predominance of faults along a NNW -SSE axis defines the orientation of the tectonic province which is limited in width by the presence of two border faults (Sadek, 1959) with high throws, going in the same direction.

The abovementioned studies and petroleum explorations (e.g., Meshref et al, 1976) showed that it is not possible to observe any active faults or presently

*Assoc. Prof., Dept. of Seismology, Hel-wan Inst. of Astronomy and Geophysics, Helwan, Egypt.

REFERENCES

1. Nor El-Din, A., **Petroleum J.** (Egyptian General Petroleum Corporation, A.R.E.), 22, No. 8, 17 (1985).

2. Direct reduction of iron ores. A bibliorgaphial study, 4th edition, Commission of the European Communities, Verlag stahleisen Dusseldorf, 32 (1976

3. Wiberg, M.; **Jernkontorets Ann.**, 124, 179 (1940).

4. Wiberg, M.; **Disc. Faraday Soc.** No. 4, 231 (1948).

5. Meyer, G.; and Bongers, U. Reduction by Solid fuels with the krupp sponge iron process, **2nd**, Latin American Seminar on Direct Reduction, Porto Alegre, Brazil, May 4-9, 1975.

6. Astier, J.; Roux, Y.; **Rev. de Metallurgic, 72,** (10), 755 (1975).

7. Celada, J.; and McCombs, G.E. **Iron and Steel Maker,** 3, 18 (1976).

8. Sanzen Backer, C.W.; and Meissner, D. C., CIM Bulletin, P. 120, April (1976).

9. Oehlberg, J.; and Violetta, D.L. The role of the Fior process in the expanding world-wide direct reduction industry, ELE-Seminar on the utilization of prereduced materials in iron and steel making, Bucharest, Rumania, May 24-28, 1976, report R. 23.

10. Lees, J.N.; Canadian Plant demonstrates direct reduction process, Allis-Chalmers Engineering Review (1973).

11. Thaning, G., "LAKB Pellets for Direct Reduction", Proceedings of symposium of "State of the Art of the Production and Uses of DRI" at El-Tabbin, Cairo, ARE, April, 28 (1981).

12. Bjorkvall, B.; Thaning, G.; Trans, AIME, 254, 152 (1973).

13. Naish, A.W; Select Methods of Metallurgical Analysis", (1953) London-Champman and Hall.

14. Vogel, I.; "Quantitative Inorganic Analysis" Second edition (1955), p. 216, Longmans, Green and Co LTD.

15. **Ibid.**, p. 182.

16. Qayyum, M.A.; and Reeve, D.A.; The Metallurgical Society of CIM, Annual Vol., (1977).

17. Qayyum, M.A.; MetallurgiJa, Sisak, Broj. 3-4, 3 (1971).

Under the same operating conditions, the effect of variation of the natural gas flow rate on methane conversion and the percentage yields of carbon deposition, hydrogen and carbon monoxide reveals almost the same trend as described above with the metallization percent. The experimental data are included on Tables (4) and (5). Fig. (3) shows the carbon deposition percent Vs. time at various flow rates of natural gas.

It may be pointed out that the maximum metallization (72.5%) is obtained at 1000°C reduction temperature, 0.75 1/min natural gas flow rate and 120 minutes reduction time (Exp. No. 30). Under these conditions, 90.4% methane conversion, and yields of reducing agents of 50.4% hydrogen, 41.5% carbon monoxide and 17.4% carbon are obtained. ...

Worthmentioning is that almost the same degree of metallization (72.0%) is obtained at 0.50 1/min natural gas flow rate and the same operating conditions as described above.

Table 5. Effect of Natural Gas Flow Rate and Time on the Composition of Gaseous Products (at 1000°C reduction temperature)

Reduction Time (min)	Composition of gaseous products, mole%							Methane Conversion (%)
	CH_4	C_2H_6	C_2H_4	C_3H_8	H_2	CO	CO_2	
(0.25 1/min, Exp. No. 25)								
10	39.6	0.0	0.0	0.0	24.3	32.7	3.2	51.7
20	45.8	0.0	0.0	0.0	19.3	30.4	3.8	44.0
40	37.5	0.0	0.0	0.0	20.2	38.7	3.3	54.2
60	34.1	0.0	0.0	0.0	24.5	38.4	3.0	58.4
80	31.9	0.0	0.0	0.0	30.4	35.3	2.3	61.0
100	30.4	0.0	0.0	0.0	35.6	31.0	2.0	62.8
120	21.7	0.0	0.0	0.0	45.3	31.3	1.7	73.5
(0.5 1/min, Exp. No. 20)								
20	41.0	0.0	1.7	0.0	20.8	33.1	3.1	50.0
40	29.4	0.0	0.0	0.0	26.5	40.6	2.4	64.1
60	22.1	0.0	0.0	0.0	31.6	44.3	1.8	73.0
80	20.3	0.0	0.0	0.0	31.7	45.7	1.6	75.2
100	17.0	0.0	0.0	0.0	38.7	42.7	1.3	79.3
120	9.5	0.0	0.0	0.0	52.6	37.2	0.6	88.4
(0.75 1/min, Exp. No. 30)								
10	32.1	0.0	0.0	0.0	32.3	41.3	2.5	60.8
20	28.9	0.0	0.0	0.0	25.9	42.8	1.8	64.7
40	18.7	0.0	0.0	0.0	36.2	43.9	0.5	77.2
60	16.5	0.0	0.0	0.0	40.5	42.1	0.3	79.9
80	14.8	0.0	0.0	0.0	42.7	42.2	0.3	82.0
100	10.6	0.0	0.0	0.0	47.3	40.9	0.1	87.0
120	7.8	0.0	0.0	0.0	50.35	41.5	0.1	90.4
(1.00 1/min, Exp. No. 35)								
10	34.1	0.0	0.4	0.0	23.8	39.0	2.14	58.3
20	33.5	0.0	0.4	0.0	24.1	40.0	0.95	59.1
40	23.5	0.0	0.4	0.0	29.2	45.8	0.57	71.3
60	24.4	0.0	0.0	0.0	33.0	43.2	0.17	70.2
80	24.4	0.0	0.0	0.0	33.3	41.9	0.16	70.2
100	26.8	0.0	0.0	0.0	34.8	37.2	0.15	67.3
120	25.5	0.0	0.0	0.0	38.6	35.0	0.14	68.8

metallization from 72.5 to 66.0 with the increase in the flow rate from 0.75 to 1.00 1/min. This may be due to the precipitation of excessive quanitities of carbon which block the pores. It seems, therefore, that 0.75 1/min is a critical flow rate above which no improvement in the reduction rate occurs.

Table 4. Reduction of Iron Ore Pellets at 1000°C Effect of Natural Gas Flow Rate on Metallization and Carbon Deposition Various Reaction Times.

Experiment No.	Natural gas flow rate (1/min)	Reaction time (min)	Metallization (%)	Carbon deposition (wt.%)
21	0.25	20	4.5	1.9
22	0.25	45	3.0	2.2
23	0.25	70	11.5	3.5
24	0.25	90	30.2	6.7
25	0.25	120	37.0	11.0
16	0.50	20	3.0	0.6
17	0.50	45	20.0	0.6
18	0.50	70	52.0	2.7
19	0.50	90	67.0	6.1
20	0.50	120	72.0	20.7
26	0.75	20	3.5	0.6
27	0.75	45	22.1	0.8
28	0.75	70	64.1	6.6
29	0.75	90	69.5	8.3
30	0.75	120	72.5	17.4
31	1.00	20	4.0	3.7
32	1.00	45	28.0	3.8
33	1.00	70	56.0	6.2
34	1.00	90	64.0	7.8
35	1.00	120	66.0	19.5

The continuous sharp increase in the percent of hydrogen produced at 1000°C may be explained as follows: cracking of methane in the presence of reduced iron ore is autocatalytic, increasing considerably with the increase of the reaction temperature above 900°C and longer times, resulting in the formation of of considerable amounts of hydrogen and carbon.

At all the applied temperatures, the yields of carbon monoxide increase with increasing the temperature and time and then decrease after reduction times longer than 80 minutes (at 1000°C), 40 minutes (at 900°C) and 20 minutes (at 800°C and 700°C). This decrease in the formation of carbon monoxide may be due to the accumulation of carbon deposition (catalyzed by reduced iron) occurring on the surface of the pellets, thus causing resistance to gas diffusion. Similar results have been reported by other investigators (16,17).

As revealed from the experimental data of Table (3), the maximum yield of carbon monoxide (45.7 mole %) is obtained at 1000°C and 80 minute.

3.2. Effect of Varying Flow Rate of Natural Gas and Time at a Constant Reduction Temperature (1000°C) :

The effect of variation of natural gas flow rate in the range of 0.25-1.00 1/min on metallization, carbon deposition and composition of gaseous products have been investigated at 1000°C and various reduction times.

It is apparent from the data of Table (4) presented graphically in Fig. (3) that the percent metallization increases with the increase in the reduction times at various flow rates, in particular above 0.25 1/min. It is also evident from these data that the rate of reduction at 1000°C increases considerably with the increase of the natural gas flow rate in the range of 0.25 to 0.50 and 0.75 1/min. This increase in the volume of feed gas leads to improved conditions of diffusion and mixing of gases inside the ore granules which increase the rate of metallization.

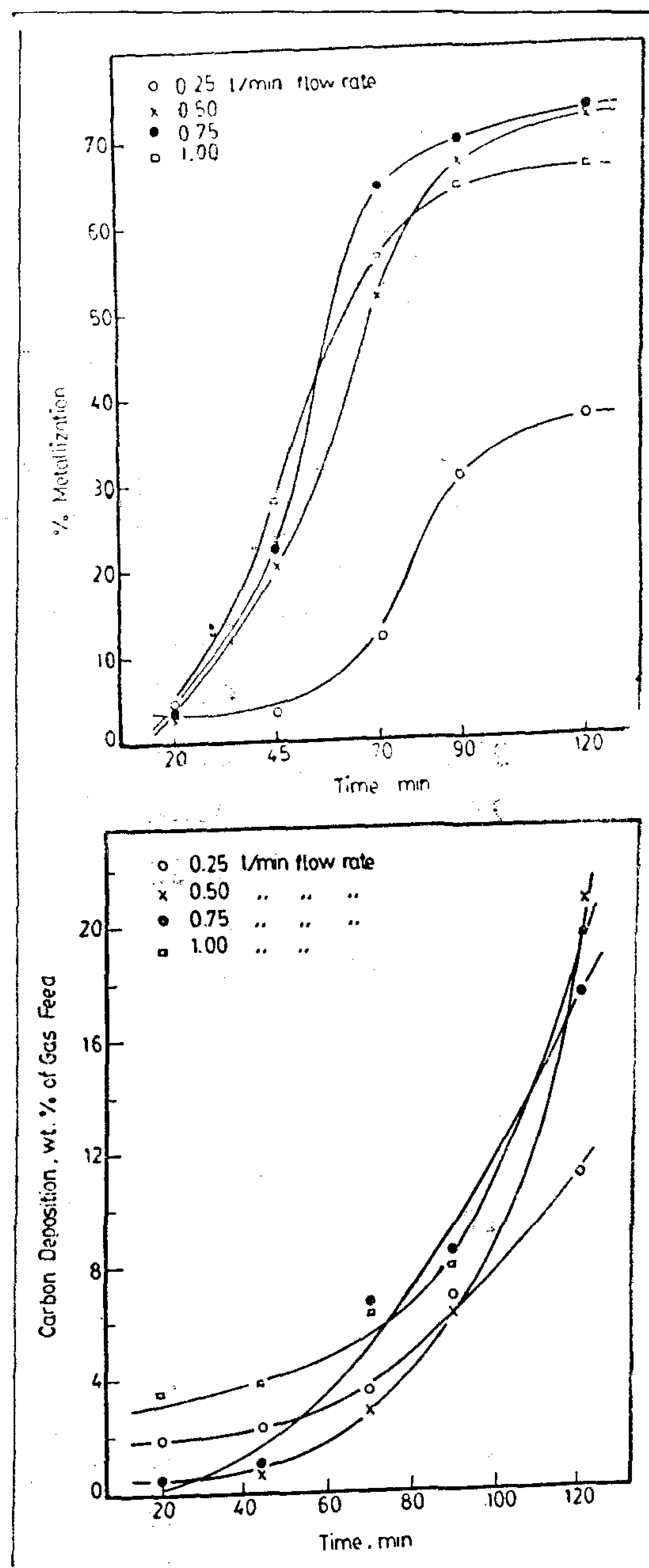


Fig. 3. Effect of Natural Gas Flow Rate and Reduction Time on the Percentage Metallization and Carbon Deposition (Reduction Temperature 1000°C)

However, further increase in the natural gas flow rate from 0.75 to 1.00 1/min leads to some decrease in the degree of reduction. Thus, the experimental data in Table (4) reveal a decrease in the percent

Table 3. Effect of Reduction Temperature and Time on the Composition of Gaseous Products (at 0.5 l/min natural gas flow rate).

Reduction time (min)	Composition of gaseous products, mole%							Methane conversion (%)
	CH_4	C_2H_6	C_2H_4	C_3H_8	H_2	CO	CO_2	
			(700°C, Exp. No.5)					
10	70.30	5.80	1.40	1.60	8.85	11.20	0.94	12.5
20	67.7	4.90	1.90	1.20	10.10	13.0	1.1	16.9
40	71.5	5.9	3.2	1.4	6.1	10.5	1.1	12.3
60	70.6	6.6	2.1	2.2	6.3	10.7	1.7	13.4
80	69.9	5.9	4.3	1.4	7.5	7.7	2.5	14.2
100	71.0	6.1	2.7	1.8	8.1	7.3	3.0	12.9
120	73.7	6.3	2.7	1.9	7.9	3.5	3.4	9.6
			(800°C, Exp. No.10)					
10	60.10	0.80	0.40	0.00	21.30	16.21	0.30	26.30
20	53.5	1.4	1.5	0.00	19.2	22.1	1.80	34.30
40	60.1	2.2	4.6	0.00	13.2	16.6	2.10	26.30
60	63.2	2.2	4.3	0.00	11.7	13.5	2.3	22.50
80	63.2	1.2	3.3	0.00	22.7	16.9	2.8	22.40
100	59.7	1.5	4.9	0.00	13.1	17.7	3.0	26.70
120	55.7	1.3	4.7	0.00	15.6	19.1	3.3	31.70
			(900°C, Exp. No.15)					
20	35.6	0.00	0.50	0.00	25.9	36.2	1.1	56.3
40	33.4	0.00	0.40	0.00	28.8	37.6	0.4	59.1
60	42.9	0.00	0.50	0.00	31.5	24.6	0.2	47.9
80	48.3	0.00	1.1	0.00	28.5	21.4	0.3	40.7
100	54.70	0.00	2.30	0.00	23.40	19.33	0.30	32.9
120	53.1	0.00	2.30	0.00	20.6	20.3	0.30	34.9
			(1000°C, Exp.No.20)					
20	41.0	0.00	1.70	0.00	20.8	33.1	3.1	50.0
40	29.4	0.00	0.00	0.00	26.5	40.6	2.4	64.1
60	22.1	0.00	0.00	0.00	31.6	44.3	1.8	73.0
80	20.3	0.00	0.00	0.00	31.7	45.7	1.6	75.2
100	17.0	0.00	0.00	0.00	38.7	42.7	1.3	79.3
120	9.5	0.00	0.00	0.00	52.6	37.2	0.6	88.4

Table 2. Reduction of Iron Ore Pellets at 0.5 1/min Natural Gas Flow Rate. Effect of Temperature on Metallization and Carbon Deposition at Various Reaction Times.

Experimental No.	Reaction temperature (°C)	Reaction time (min)	Metallization (%)	Carbon deposition (wt %)
1	700	20	1 0	Trace
2	700	45	2 0	0 2
3	700	70	2 5	1 3
4	700	90	3 5	3 2
5	700	120	4 0	5 4
6	800	20	1 5	0.[illegible]
7	800	45	5 0	1.2
8	800	70	10 0	3 2
9	800	90	14.0	5 4
10	800	120	14.2	9.8
11	900	20	2.5	0.4
12	900	45	13.5	1.6
13	900	70	27.0	3.7
14	900	90	42.0	5.9
15	900	120	45.0	16.0
16	1000	20	3.0	0.6
17	1000	45	20.0	0.6
18	1000	70	52.0	2.7
19	1000	90	67.0	6.1
20	1000	120	72.0	20.7

67.14%. The pellets include small amounts of added dolomite which improve the physical and metallurgical properties of the pellets. The dolomite addition also improves the reducibility of the pellets. Details of the analyses of these pellets have been reported(11,12).

3.1. Effect of Varying Temperature and Time at a Constant Flow Rate of Natural Gas (0.5 1/min):

The effect of reduction temperature has been investigated at a flow rate of natural gas of 0.5 1/min and varying reduction times. The obtained data for metallization and carbon deposition (after each of five intervals of time for each reduction temperature) are presented in Table (2) and plotted in Fig. (2). On parallel lines, samples of gaseous products have been taken for anallysis and the results obtained are shown in Table (3).

Data presented in Table (2) and Fig. (2) show that the percent metallization increases with higher temperatures (up to 1000°C) and longer times (up to 120 min). For example after 90 minutes, the percent metallization increases from 3.5 at 700°C to 14.0, 42.0 and 67.0 at 800°C, 900°C and 1000 C, respectively. Metallization reaches a maximum of 72.0% after 120 inutes at 1000°C.

Table (2) reveals that at higher reduction temperatures, the percent metallization increases considerably with time at much higher rates than with the lower reduction temperatures. Thus, while the increase in the percent metallization is only in the range of 1.0 to 4.0 at 700°C, the corresponding increase at 1000°C is from 3.0 to 72.0%. It may be pointed out that higher reduction temperatures (up to 1000°C) favour the reduction reactions.

Also results have been obtained with respect to carbon deposition. As revealed from the experimental data given in Table (2) and presented graphically in Fig. (2), the carbon deposition increases considerably with time at the higher temperatures, especially at 1000°C, than at lower temperatures. The maximum formation of carbon deposition (20.7 wt % of feed gas) is obtained at 1000°C and 120 in.

With respect to methane conversion, the experimental data presented in Table (3) indicate a sharp increase in the conversion percent with time at 1000°C. At this reduction temperature, the conversion percent increases from 49.9 at 20 minutes to 88.4 at 120 minutes. However, at 900°C reduction temperature, the methane conversion percent reaches a maximum of 59.1 at 40 minutes time and then decreases to 47.9, 40.7, 32.9 and 34.9 at reduction times of 60, 80, 100 and 120 minutes, respectively. More or less similar results have been observed at 800°C. This decrease in methane conversion may be attributed to the hydrogenation of carbon to methane at the lower temperatures of 800°C and 900°C according to the following reaction :

$$2H_2 + C \longrightarrow CH_4$$

Similar results have been reported by Qayyum and Reeve (16). At 700°C, lower values of methane conversion percent (in the range of 12.5-9.6) have been obtained.

Table (3) reveals also that the hydrogen produced increases considerably with the increase of reduction time at 1000°C and reaches a maximum of 52.6 mole % at 120 minute. However, at lower temperatures of 900°C, 800°C and 700 C, the yield of hydrogen decreases with increasing the reduction times beyond 20 or 40 minutes. This may be due to the hydrogenation of carbon to methane under these conditions as described before.

Erba) with hydrogen fiame ionization detector. Nitrogen was used as the carrier gas (12 ml/min) and the column was operated at 40°C. Analysis of hydrogen and carbon monoxide was carried out with a 4ft copper column (1/8" I.D.) packed with silica gel for chrmatography, 100-200 mesh (BDH) using a hot wire detector. Helium and nitrogen were used as carrier gases (12 ml/min) for the analysis of carbon monoxide and hydrogen respectively, and the column was operated at 30°C. A 4 ft copper column 1/8" I.D.) packed with chromosorb 102, 80-100 mesh (Supelco Co.) was used with the hot wire detector for the analysis of carbon dioxide. The carrier gas (helium) flow rate was 12 ml/min and the column was operated at 40°C.

In general, pure reference gas samples were used to calculate the correction factors for each of the individual components The quantitative data were obtained from the peak area measurments of the recorded chromatograms on a mole % basis.

3. RESULTS AND DISCUSSION

Gas chromatographic analysis of a sample of Abu-Gharadig natural gas, Table (1), reveals that it is composed mainly of methane (18.9% and less concentrations of ethane, propane, isobutane, n-butane, and carbon dioixde.

Table 1. Analysis of Abu-Gharadig Natural Gas.

Component	Mole &
Methane	81.9
Ethane	8.3
Propane	3.6
Isobutane	0.8
n-Butane	1.1
Isopentane	trace
n-Pentane	trace
Nitrogen	0.4
Carbon dioxide	3.9
Total	100.0

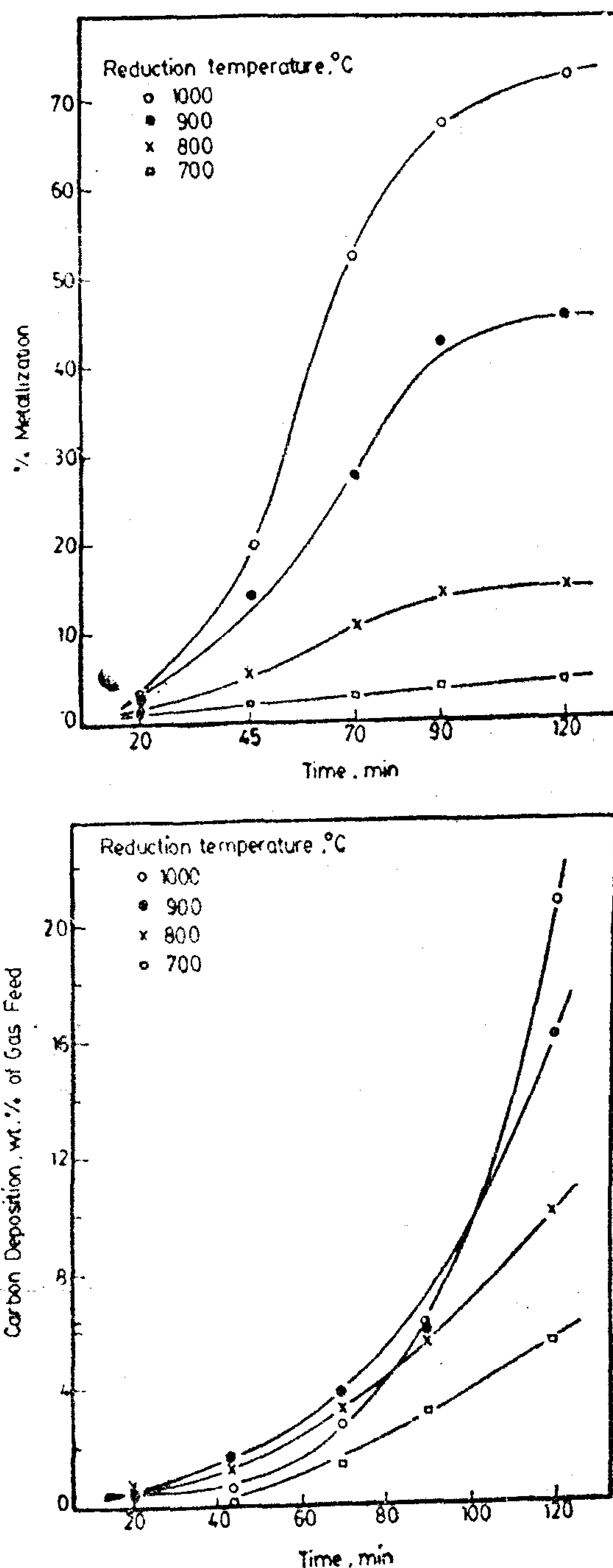


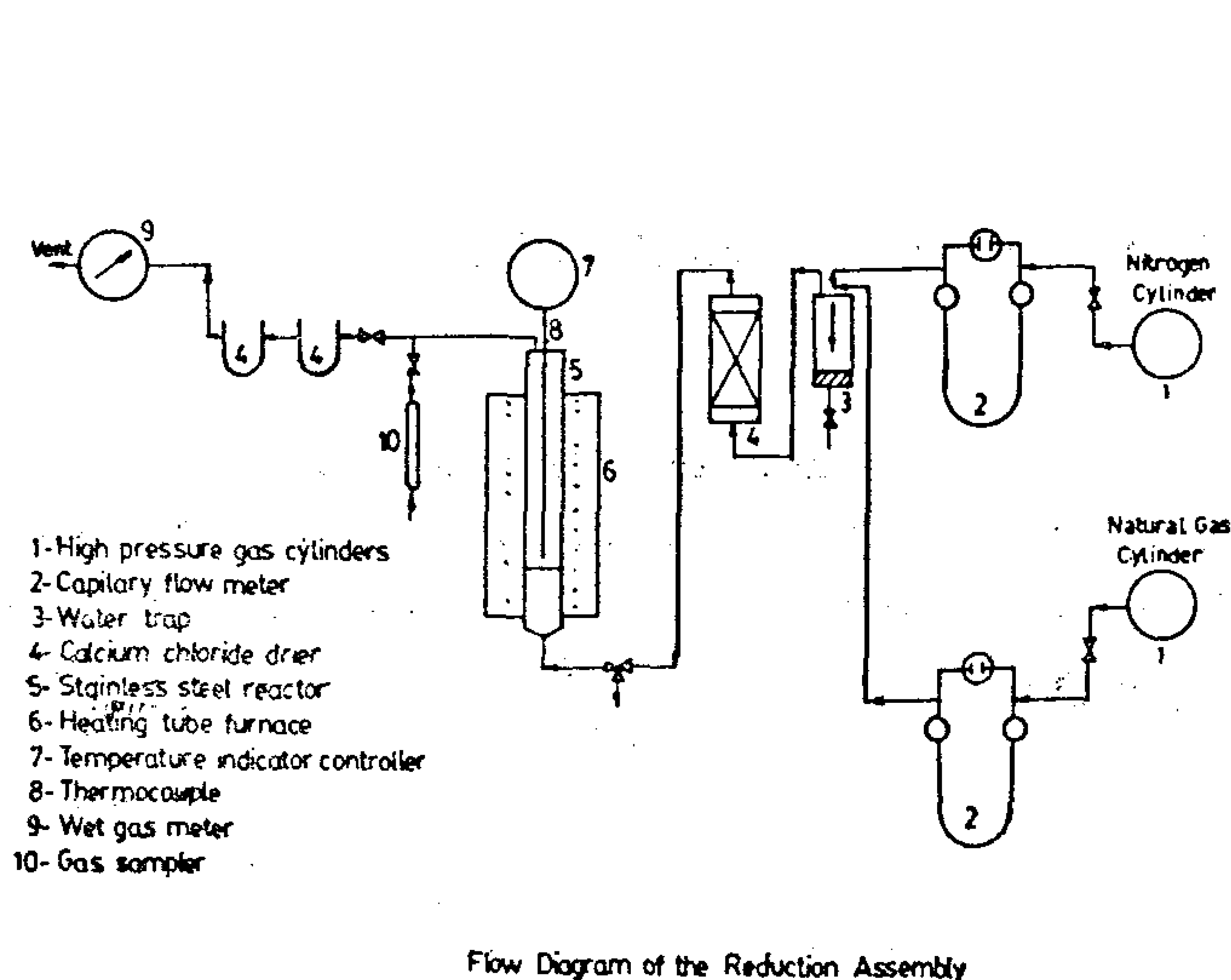
Fig.2 Effect of Reduction Temperature and Time on the Percentage Metallization and Carbon Deposition (Natural Gas Flow Rate 0.5 1/min).

The MPRD Malmberget iron ore pellets used in the reduction experiments contain 94.30% Fe_2O_3 (hematite) and 1.60% Fe_3O_4 (magnetite), i.e. total iron of

les by the Gulf of Suez Petroleum Co. (GUPCO).

2.2. Apparatus and Procedure :

The reduction set-up (Fig. 1) consisted of natural gas and nitrogen supplies with their purification systems, a stainless steel reactor (48 cm long x 2.5 cm 1. D.), a condensation and adsorption system for steam in the reactor off gas, as well as the necessary accessories for measurement and control.



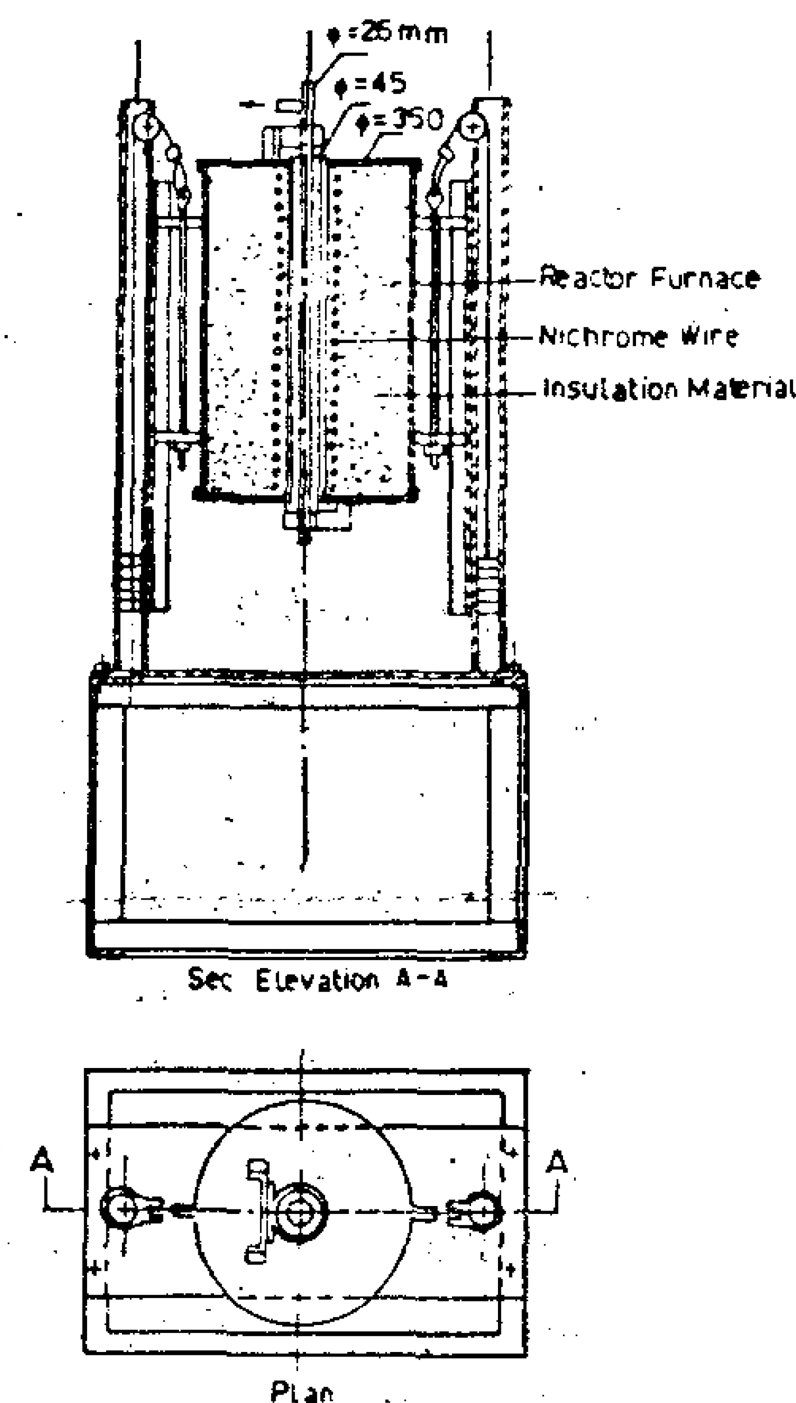


Fig. 1 . Reduction Set-up.

The upper section of the reactor (reaction zone, 40cm long) was charged with the iron ore pellets and the lower section (preheater zone, 20cm long) was packed with inert alumina spheres. A perforated stainless steel disc was inserted between the two sections of the reactor.

Iron ore pellets (105-112 gm) were charged into the reactor. This was followed by passing nitrogen through the system and the reactor heated to the required temperature. Nitrogen was then by passed and natural gas fed at the required rate. Samples of the effluent gases were collected in gas samples after certain intervals of time. By the end of the experiment, nitrogen was passed again and the reactor left to cool to room temperature.

The reduced products were then removed from the reactor, weighed and ground using a vibrating mill. The product was sieved to -200 mesh using an ASTM set of screens. Chemical analysis of a sample of this product was carried out. The copper sulphate displacement method (13) was adapted for the determinination of the per cent metallization of the reduced product. In some runs, the percent metallization was further checked by the bromine method (14). The carbon precipitated during the reduction process was determined by oxidation with a stream of Oxygen passed over the sample at 1100°C and the produced carbon dioxide gas was measured volumetrically. The apparatus used was a standard one of Strolein (W. Germany) (15).

Individual analysis of the natural gas feed as well as the various gas samples obtained from the reduction experiments was carried out by gas chromatsgraphy using a Perkin-Elmer Sigma 2B apparatus. Analysis of of C_1 to C_4 hydrocarbons was achieved by a 12 ft copper column 1/8" I.D.) packed with spherosil XOBO 75, 10-150 mesh (Carlo

REDUCTION OF IRON ORE WITH NATURAL GAS

Part 1. A Study of the Metallization Process under Simultaneous Reforming Reduction Conditions.

R. M. Habib*, N. N. El-Ibiary** and S.El-Afifi

Pilot Plant Laboratory, National Research Centre, Dokki, Cairo

SUMMARY

Cracking and reforming reactions of Abu-Gharadig natural gas, in the presence of iron ore pellets, yield H_2 CO and carbon which reduce the iron ore pellets. The reactions are carried out at atmospheric pressure in a fixed-bed flow reactor. The operating variables studied include temperature, time and flow rate of natural gas. Individual analysis of the natural gas feed and gaseous products from the reduction experiments is carried out by gas chromatography. Chemical analysis of the reduced pellets is used to determine the degree of metallization and the percentage of carbon content. Data are presented to show that the maximum metallization (72.5%) is obtained at 1000°C, 0.75 1/min. natural gas flow rate and 120 min reduction time.

1. INTRODUCTION

Large reserves of natural gas have been discovered in Egypt in the last few years. Meanwhile, the coal necessary for the blast furnace operations is imported from abroad. In 1984/85, the total production of natural gas from various fields accounted for about 3.2 million tonnes (1). Accordingly, there has been a growing interest in the use of local natural gas in the direct reduction of iron ore for the production of sponge iron.

Increased efforts have been devoted for the utilization of gaseous reducing agents as a substitute of coke (2-6). This has resulted in the introduction of a number of gaseous direct reduction processes such as HYL (7), Midrex (8), HIB (6), FIOR (9).........etc. In such processes, natural gas is reformed in a separate reactor to produce the reducing agents : H_2 and CO which are fed to the second reactor where direct reduction takes place.

Another gaseous direct reduction process, Allis Chalmers (10), is based on a different concept, involving simultaneous reforming of the natural gas and reduction of iron ore in the same bed. However, this last trend needs more exploration and the reaction mechanism of the reduction procss under these complex conditions is not well established.

2. EXPERIMENTAL

2.1. Materials :

2.1.1. Iron ore pellets : Malmberget (MPRD) iron ore pellets were a Loussauaara Kurunavaara Aktiebolag (LKAB) product (11,12), kindly supplied by Malmexport AB CO, Stockholm, Sweeden.

2.1.2. Natural gas : Abu-Gharadig natural gas cylinders were kindly suppl-

*Present address : Prof. Dr. Ramzi M. Habib, Petroleum Research Institute, Nasr City, Cairo.

**Part of the Ph. D. Thesis of N. N. E.

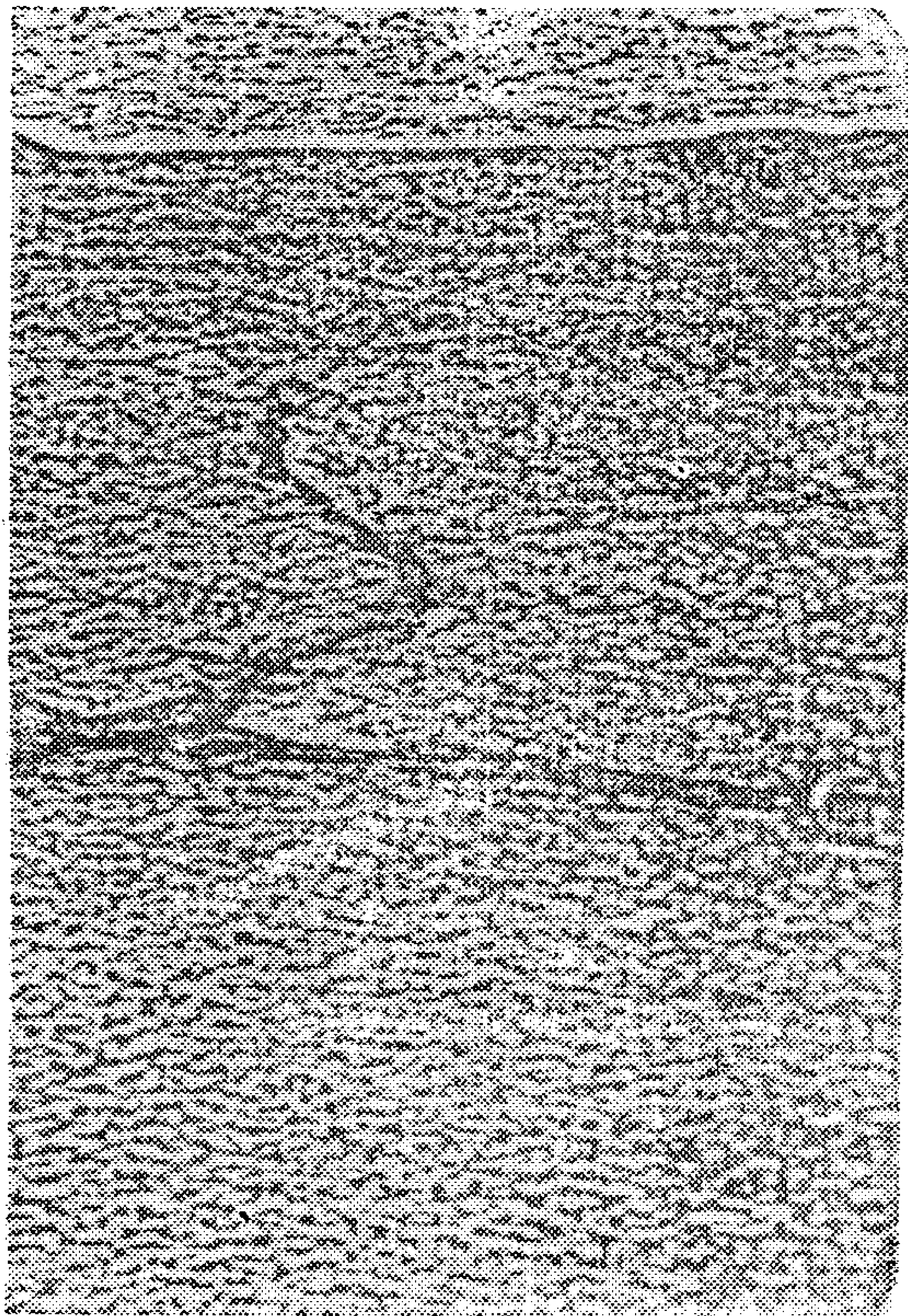


Figure (4) Shows the effect of earthquake, November 14, 1981 upon the soil in Aswan area (Gablel Marawa). (HIAG documents)

REFERENCES

1. Ambraseys, N. (1978), Middle East, a reappraisal of the seismicity, J. Eng. Geol., Vol. (11), p. 19 - 32.
2. AkI, K., Richerds, P. (1980), Quantitative seismology, theory and methods, Freeman and comp., San Francisco.
3. Ezz-Eldin, M.I. (1985) Seismic zoning, paper presented in 2nd training seminar for Earthquake observers, P. 106 — 142; Cairo.
4. Hamada G.M. (1985) Introduction to Engineering Seismology paper presented in 2nd training seminar for Earthquake observers, P. 245 — 272, Cairo.
5. Krynine D.P. and Judd R.W. (1957), Principles of Engineering geoloby and Geotechnics, McGrawhill Co. New York.
6. Maamoun, M. and Ali A. (1980), Seismicity of Eastern Mediterranean region, Helwan Inst. of Astr. and geophys. Bult; (238), Egypt.
7. Maamoun M., El Kashab, H., Allam A., and Mohamed, R.J. (1982), Astudy on Neotectonics of the eastern Arabian countries, HIAG, part I General, Egypt.
8. Sabtan A.A. (1983); Preliminary investigations for sitting nuclear power plants along the Mid - wesern coastal Area of Saudi Arabia, Msc. Faculty of Earth sciences, King Addulaziz Univ., Jeddah.
10. Sobaih M.E. 1983, Introduction to Earthquake Engineering, Paper presented in 1st training seminar for Earthquake observers, Cairo.

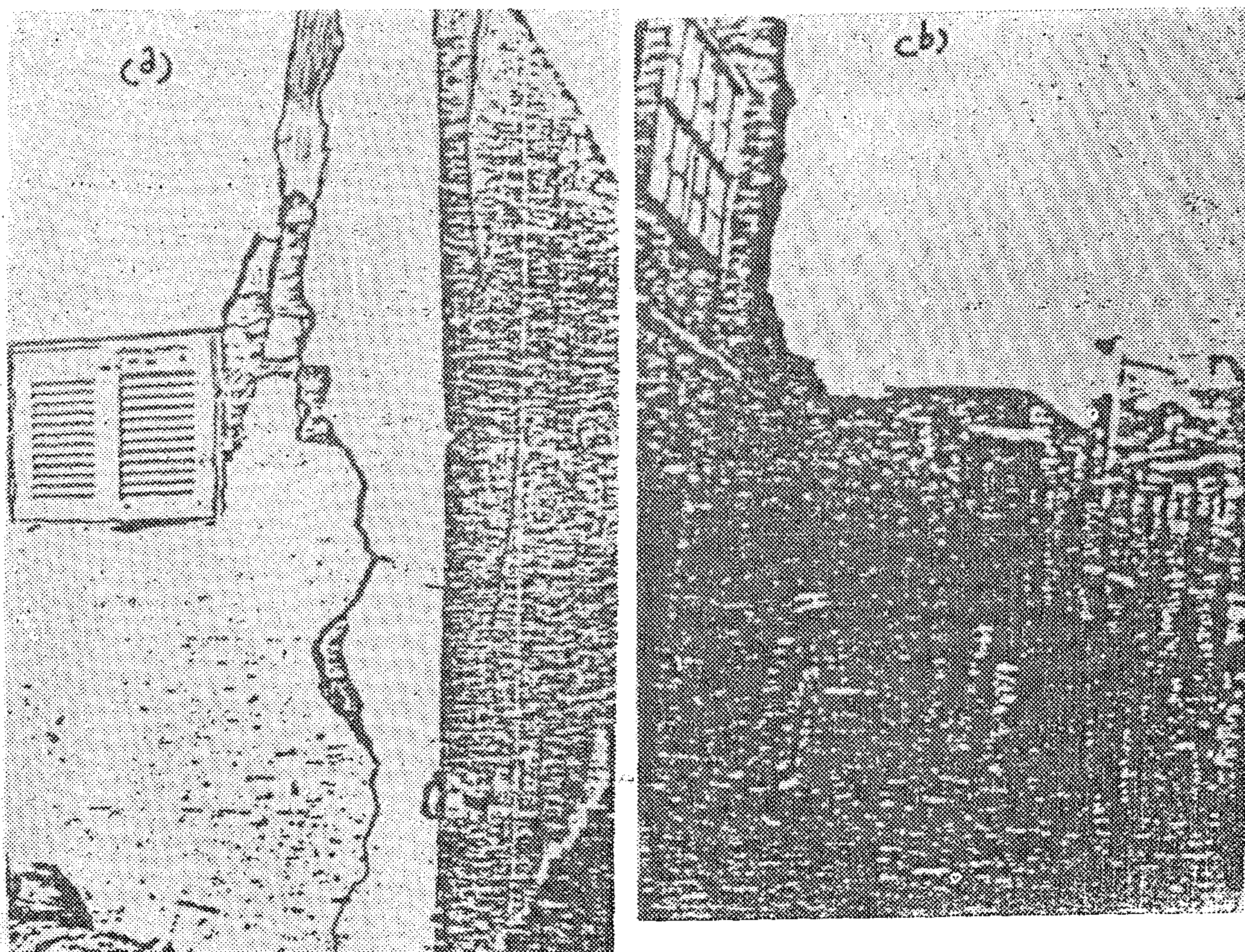


Figure (3) Shows the damage effect of earthquake, November 14, 1981.

(a) House of the worker's champs of Naser lake development authority, suffered from sever cracking.

(b) Two single floor House severlydestructed (HIAG documents).

effect on the frequency spectra of the surface waves and its movement.

In a certain region it is possible to determine the stratigraphic column and the shape of the response spectrum and, in particular the charactperistic periods of the structures that would be subjected to the greatest stresses during an earthquake. Figure (4) shows the most continuous cracking in a regular fissure system at 3 km west Gabal Marawa (Aswan region), Individual fissures range up to hundred meters in length and width ranging from a few centimeters to over one meter.

5. CONCLUSION :

Egypt is subdivided into four active earthquake zones, these zones are bordered by a remarkable tectonic trends. The most active zones are red sea, Mediterranean region and recently the Aswan area which may be attributed to the water level change in the Naser lake.

The Knowledge of foundation soil is essential for a proper earthquake resistant structural design. Hence, the informations concerning, stratigraphy, historial seismicity, structural geology are very important to design earthquake resistant parameters for a certain structure to be constructed in certain site.

design and construction practice in seismic region, adopted the following decisions.

The lateral force acting on structure during an earthquake, or in the same, the base shear (V) should be expressed by : $V = C.W$

Where W is the weight of the structure and C is the base shear coefficient. The value of C is maximum when the length of the structure natural period (T) is 0.25 sec. As the value of (T) increases, the value of (C) decreases.

The natural period (T) is related to the height (H) and width (b) of building by the lformula.

$T = 0.05\ H/\ b^{\frac{1}{2}}$

(H & b in feet and T in second)

For structures other than building which generally have little damping and few members that might essentially contribute to their earthquake resistivity, a larger ioefficient C is applied.

$C = 0.025/T$

with a aximum of T of 0.1 and aminimum of 0.03

4.2. Seisimc Response of Structures:

The most severe seismic motion to which a stucture may be exposed during its useful life cannot be accuratelly predicted, but from a knowledge of the geology of the region and an analysis of soil properties on the foundation site, it is possible to estimate the most likely characteristics of earthquakes which may affect al given structure.

In low-rise buildings (Less than five storeys high) the seismic response depends primarily on the fundamental mode vibration, accordingly the period of vibration of this mode expressed in seconds, is one of the most representative characteristics of the dynamic response of a building, sobaih (1983).

The fundamental mode vibration of a building may be determined by any one of several methods developed for the dynamic analysis of structurs.

The interaction between the ground motion and the structure motion makes the seismic response a quite matter complex. Consequently the analysis of seismic response of complex structures presents more serious analytical difficulties and it is necessary to resort to the techniques of structural dynamics in order to evaluate the periods and mode of vibration. Figure (3) shows a worker's camp of Naser lake authority situated at 10km south of the epicentral area of the earthquake November 1981, this construction suffered heavy damage in the form of sever cracking of the walls and of partial suffered heavy damage in the form of destruction.

4.3. Effect of Soil on Seismic Response:

The foundation soil of building must be regarded as one of their fundamental sturctural factors. Since, it is generally not easy to change the soil conditions, the structure and foundation should be suited to the specific characteristics of the soil at the building site. Soil rests on bedrock, through which seismic waves (P-wave, S-wave and surface waves) propagate according to a specific laws depending upon the lithological nature of medium, the seismic source (natural or artificial) and the directivity of incident waves, Hamada, (1985).During an earthquake the behaviour of the subsoil with respect to the bedrock is similar to that of the structure with respect to the soil. The acoustic properties of soil affect and modify the form and intensity of the seismic moveement and also modify its frequency content. Also the subsoil has an important

Two approaches are used to evaluate the seismic risk. The first one was to correlate the intensity and ground motion. Such correlation is generally very weak, but the following empirical relation was used for the middle east, Ambraseys (1978).

$$\text{Log } a = 0.1 + 0.3 I$$

where I is the maximum epicentral intensity in MM scale associated with a shallow earthquake of maximum ground acceleration (a) in gal

The second approach depends on the probability of the occurence of the design earthquake during the life time of the engineering structures or during a specified periods. This requires the knowledge of local recurrence and attenuation laws, sabtan (1983). The frequency distribution of earthquakes over an observed range of magnitude in particular area can be represented by a simple relation, Richter (1954).

$$\text{Log } N = a - b M$$

N = No. of shocks of magnitude M

a = Constant depends on the period of observation, size of the considered region and the level of seismic activity

= constant depends on the ratio between the No. of earthquake groups of low and high magnitudes.

Applying the above relation on the eastern side of red sea, we have

$$\text{Log } N = 2.92 - 0.65 M$$

The yearly number of events Y can be calculated (Y = N/T) where N is cumulative number of earthquake in certain number of years (T), If Y = 16 at M = 3 in red sea region, that means 16 earthquakes with magnitude 3 can occur yearly.

The probability R of at least one event having return period (T) and occurring in any specific time interval D is given by

$$R = 1 - \text{EXP. } (-D/T)$$

Due to Meamoun (1980), Maamoun and Allam (1982) the data is complete and homogenious for the last 20 years between 1960 - 1980 for recent Red Sea seismicity. The frequency N decreases as M increases according to the following relation Log N = $(6.76 \pm 0.37) - (0.94 \pm 0.06)$ M.

From this equation the No. of event N can be deduced yearly. In order to assign a maximum magnitude for a time interval, N is plotted versus magnitude M, the resultant maximum magnitude is found 7.5. The probability (R) of occurence of earthquake of magnitude 7.5 in Red Sea region is 0.7% yearly and 64% for 40 years.

4. EARTHQUAKES AND ENGINEERING PROBLEMS :

Engineering problems related to earthquakes may be grouped into two large categories. First it is necessary to establish what is the nature of risk would be in the region of the planned structure. This breaks down into a consideration of (1) seismicity of the region i.e. the probability of earthquake occurrence, their intensity and magnitude, and (2) the possible nature and consequences of earthquake damage on the particular cture.

The second category of engineering problems related to earthquakes is to establish the expected damage of civil structres in seismic regions. These result from theoritical studies and actual observations of the ground motion and damage during an earthquake, krnynine (1957).

4.1. Lateral Forces of An Earthquake:

The Joint committee of the San-Francisco engineering considering the

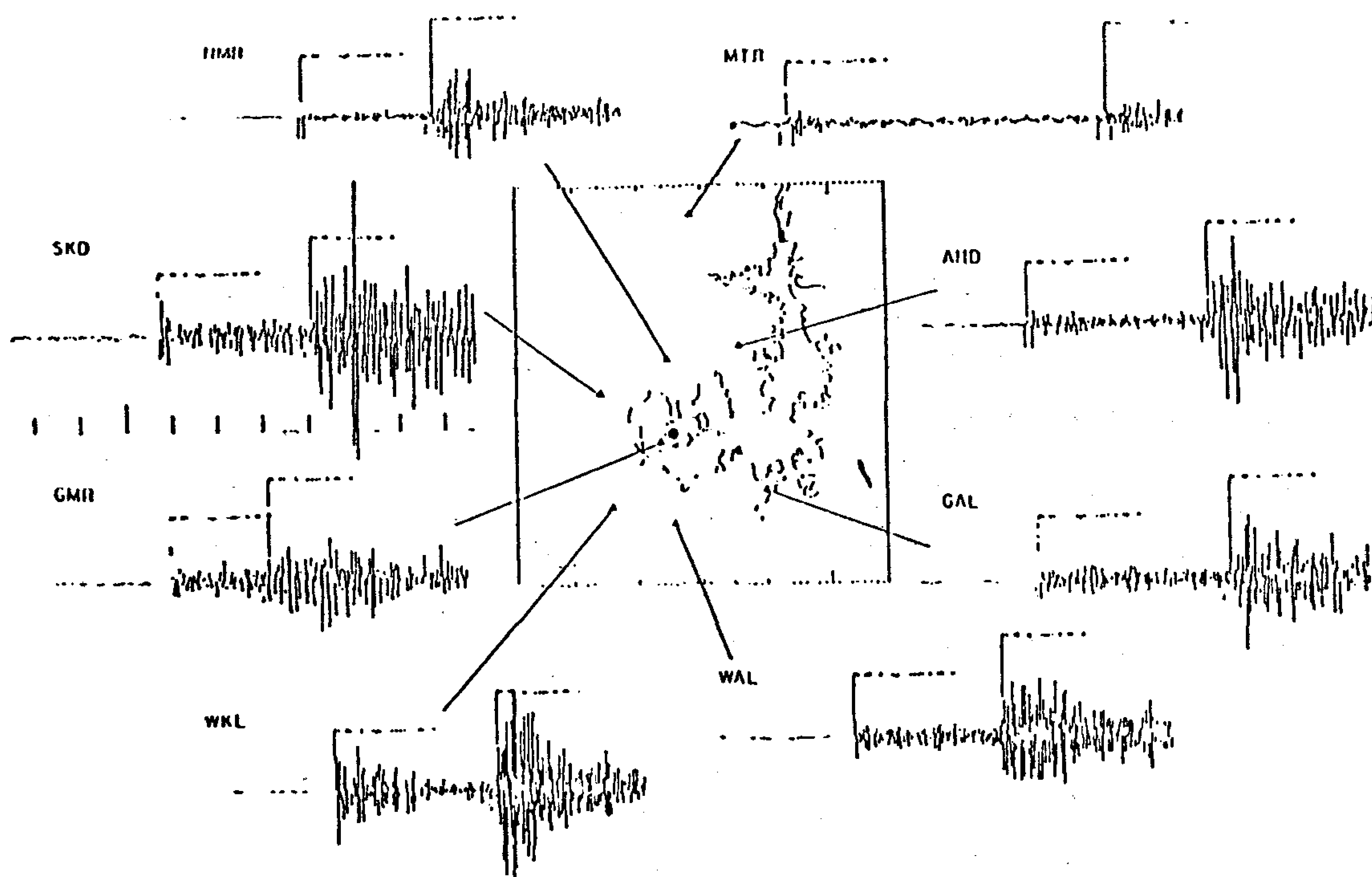


Figure (2) Seismograms from a magnitude 2.6 earthquake on July 19,1982, location shown by circle near Gabel Marawa (GMR).Ezzeldin,(1985).

3. Gulf of Suez trend which may extend inside the east Mediterranean ridge and trenches.

4. The Pelusium line which has N-NE to S-SW trending compressional and strike slip faults.

5. The tectonic trend of Herodotus-Gyrenaica which has semilatitudinal direction.

The seismic activity along the previously mentioned tectonic trends together with the local seismic active trends are as follows :

— Red Sea-Gulf of Suez trend : it starts near the city of Mersa-Mubark on the Red Sea-Gulf of Suez trend : it starts north through the Gulf of Suez area till Rosetia-Alexandria.

— Egypt-Mediterranean coastal trend : the seismic activity occur in relation to the continental shelf. It is more or less parallel to the national shore.

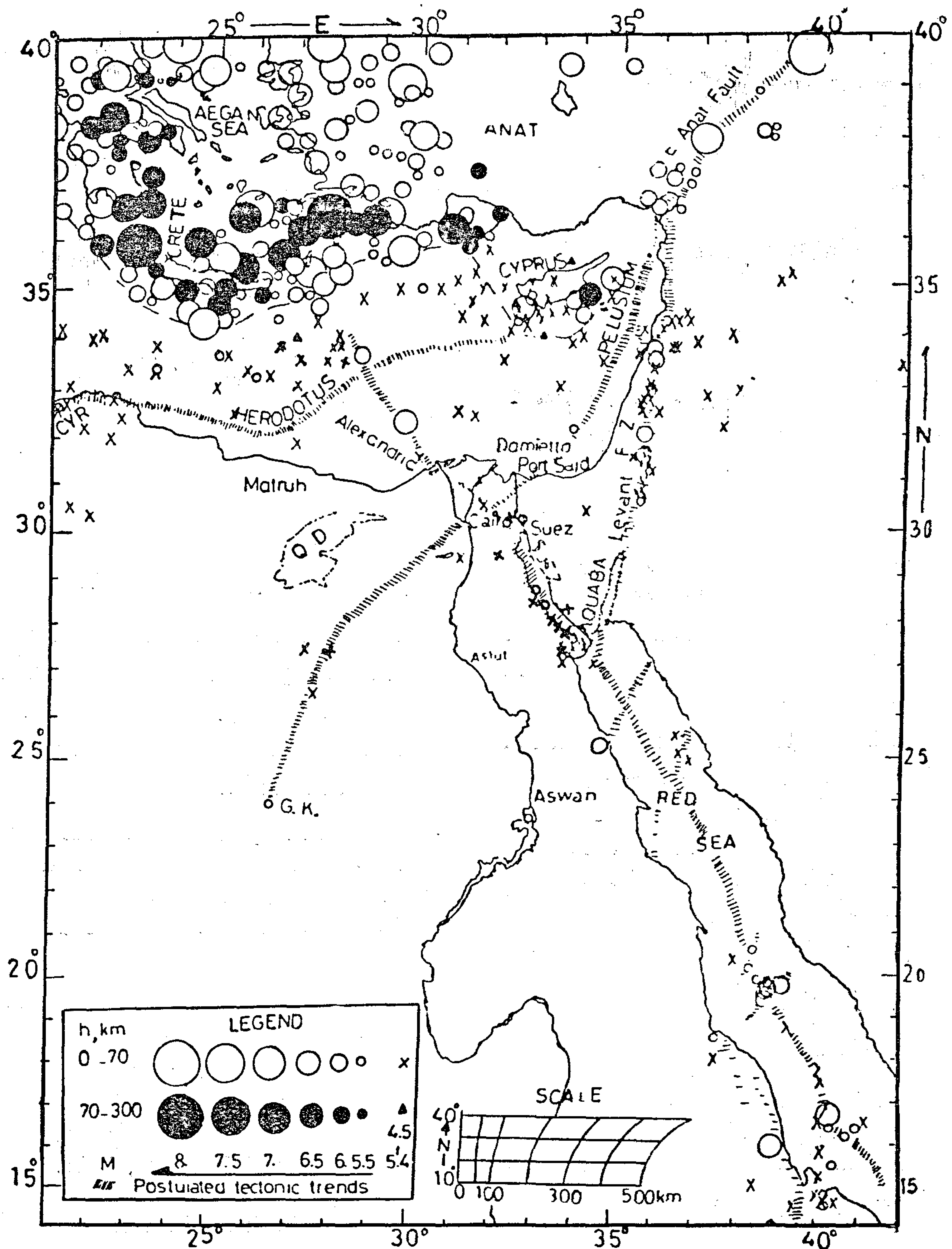
— Abu-Rawash-Gilf Kebir trend : This zone is a part of an area of an old tectonic activity. It is remarked by felt historical activity and recently recorded events.

— Gaghbub-Rayan trend. This trend includes the structures oriented E-W of Gahbub, Siwa, Qattara and Rayan. It lies at the stable-unstable shelf contact.

Figure (2) shows examples of the monitor records of different stations in Naser lake region, these records have been digitized from playpack of the analog tape on an offline digitizing system at lamont-Doherty laboratory, USA.

3. Seismic Risk Evaluation

The target of the seismic risk evaluation is to establish earthquake recurrence laws for the different regions as well as to assigne a seismic risk level.



Figure(1) Map showing geographical dis tribution of the important earthquakes occured in Egypt (2200 B.C. 1984 A.C.).

ATTACKING THE PROBLEMS OF EARTHQUAKES ENGINEERING IN EGYPT

by

G.M. HAMADA*

ABSTRACT

Eearthquake observation activity in Egypt started as 1899. Since then, the seismological stations are in active operation and exchanges earthquake data with international centers and seismological net-works overseas.

In this work, aspects regarding the earthquake activity in Egypt, seismic risk evaluation in middle east including Egypt and the effect of earthquake upon the engineering structures and foundation soil are concerned. The aim is to achieve a better picture about the earthquake engineering concepts in Egypt.

1. INTRODUCTION

An earthquake is any vibration of the earth's surface due to natural causes, among which the most important are tectonic processes. In certain regions earthquakes are frequent and attain great destructive power, Aki (1980).

Earthquake intensity scales depend on human perceptibility and the destructivity of earthquakes. Several earthquake intensity scales have been proposed. The modified Mercalli Scale was found initially by Wood and Neumann in 1931 and slightly modified by Richter 1956. The MSK 64 intensity scale is very similar to the MMS. Intensity scale was found by sponheur-Medvedev-Karnik in 1964.

The intensity of an earthquake is characterized by its effects and is a qualitive concept, where as its magnitude is an instrumentally measured quantity related to the total energy released during an earthquake. The magnitude assigned to a given earthquake therefore corresponds to highest intensity of that earthquake.

The earthquake engineering field has been developed in the last two decades as multi-disciplinary field comprising many branches of physics, mathematics and technology. It is time now to start implementing this field in order to acheive its development on an independent basis.

2. EARTHQUAKE ACTIVITY IN EGYPT

Figure (1) shows the geographical distribution of the important earthquake occured in Egypt during 2200 B.C - 1984 A.C.

The regional major tectonic trends which are represnted by hatched area in figure (1) is briefly summarized as follows :

1. The Red Sea axial zone in NW - SE direction
2. Gulf of Aqaba - leventine fracture zone N to NNE

* Mining, Petroleum, Metallurgical Eng., Dept. Faculty of Engineering-Cairo University.

RAW MATERIALS & CHEMICAL INDUSTRIES

INST. OF MINING, PETROLEUM & METALLURGICAL ENGINEERS
INST. OF CHEMICAL ENGINEERS

$$y = \left(\frac{b}{a}\right)\sqrt{a^2 - x^2} \quad (5')$$

Substituting of (y) from (5') into (5)

$$A_{(2)} = 2\left(\frac{b}{a}\right)\int\sqrt{a^2 - x^2}\,(dx)\ (x) = 2\left(\frac{b}{a}\right)\left[\left(\frac{x}{2}\right)\sqrt{a^2 - x^2} + \frac{a^2}{2}\sin^{-1}\left(\frac{x}{a}\right)\right] m^2$$

$$\text{Hence, } R(y) = \left[\frac{\rho \, l_2}{\left(\frac{2b}{a}\right)\left(\frac{x}{2}\right)\sqrt{a^2 - x^2} + \frac{a^2}{2}\sin^{-1}\left(\frac{x}{a}\right)}\right] \text{ ohms} \quad (6)$$

In the (y) direction. Plottings of the curves equation (5 — 6) compared to rectangular original section resistances to currents, assuming (x) and (y) resistance varriations, have been given before Figure (6) and Figure (7) for specified practical values dimensions mentioned in Exaxmple (4). As before trend is for elliptical sections with greater semimajor-axis generaly, limited by mechanical rigidity and thermal stability.

8) Conductors in switching systems by M. Kamal Gohar p.p. (21) (TSS) A.R.E. No (4) (1967).

APPENDIX "I"

1 - a) As we know :

$$d(R) = \frac{\rho \, d(L)}{A_{(1)}} \text{ ohms} \qquad (1)$$

where

R = Resistance to current pass in ohms.

d (R) = The incremental resistance ohms.

d (L) = Incremental length of resistance in meters As shown in Fig. (1) in this Appendix.

d (L) = d(x) meter in the (x) aixs direction assume that,

A(1) = Area of the conductor under consideration (2 y meters square see Figure (1).

ρ = Resistivity of Bus Bar material in ohm-meter.

l = Cylinder length and down to load terminals in meters

b) Also for the Elliptic sections : which is the rate of changing R(x) d(x)

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1 \qquad (2)$$

Hence $y = b\sqrt{1 - (\frac{x}{a})^2}$ meters (2')

Hence $d(R_x) = (\rho) \dfrac{d(x)}{2(\frac{b}{a})\sqrt{a^2 - x^2}}$ ohms (3)

where (a) and (b) are semi-major and semi-minor axis of the Elliptic section.

By integration the above expression (3) from (x) = (0) to (x) = (x) we have along the current path in the (x) direction inside the Elliptic corner.

Which is plotted as mentioned before Fig. (7).

2 — Even when currents are able to penetrate Elliptic corners as explained before, Fig. (2) we have (y) direction resistances as follows incremental area = d(x). (2y) (5)

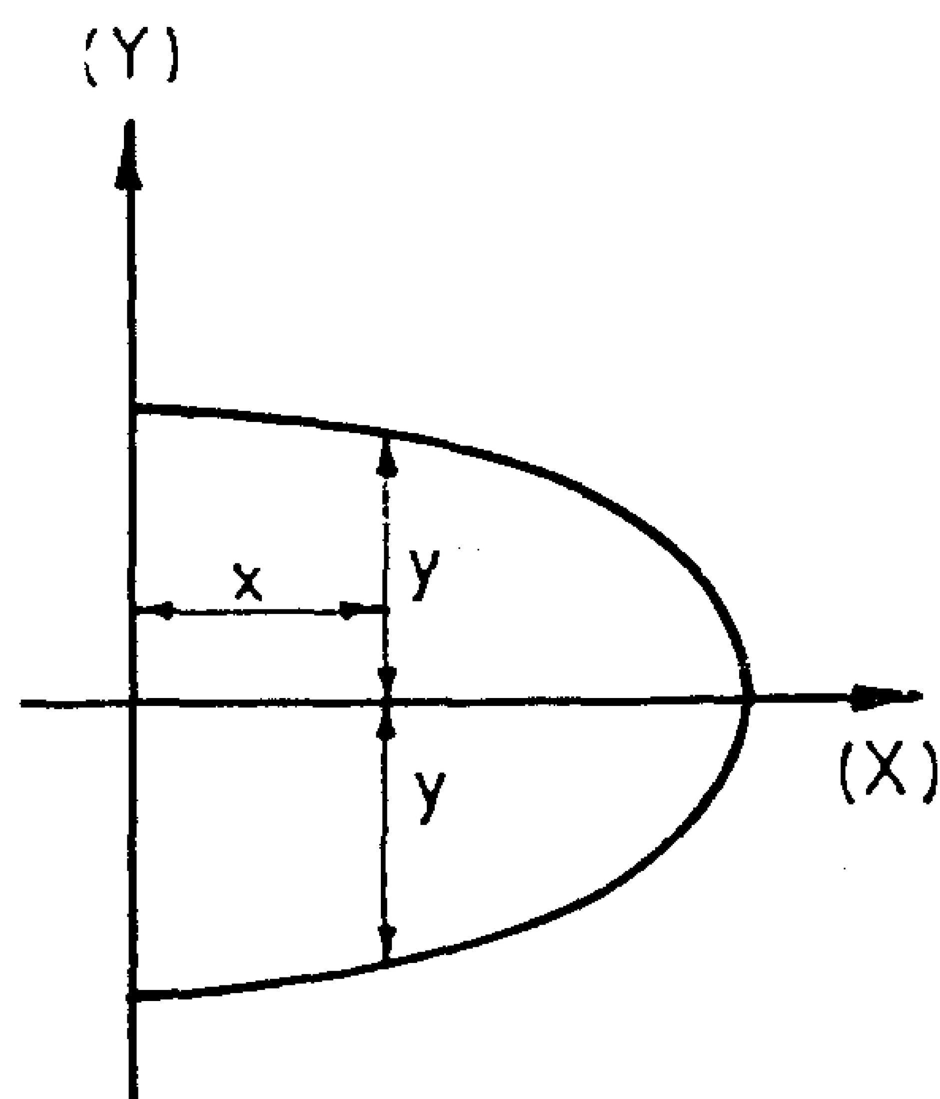


Fig. (1) Appendix

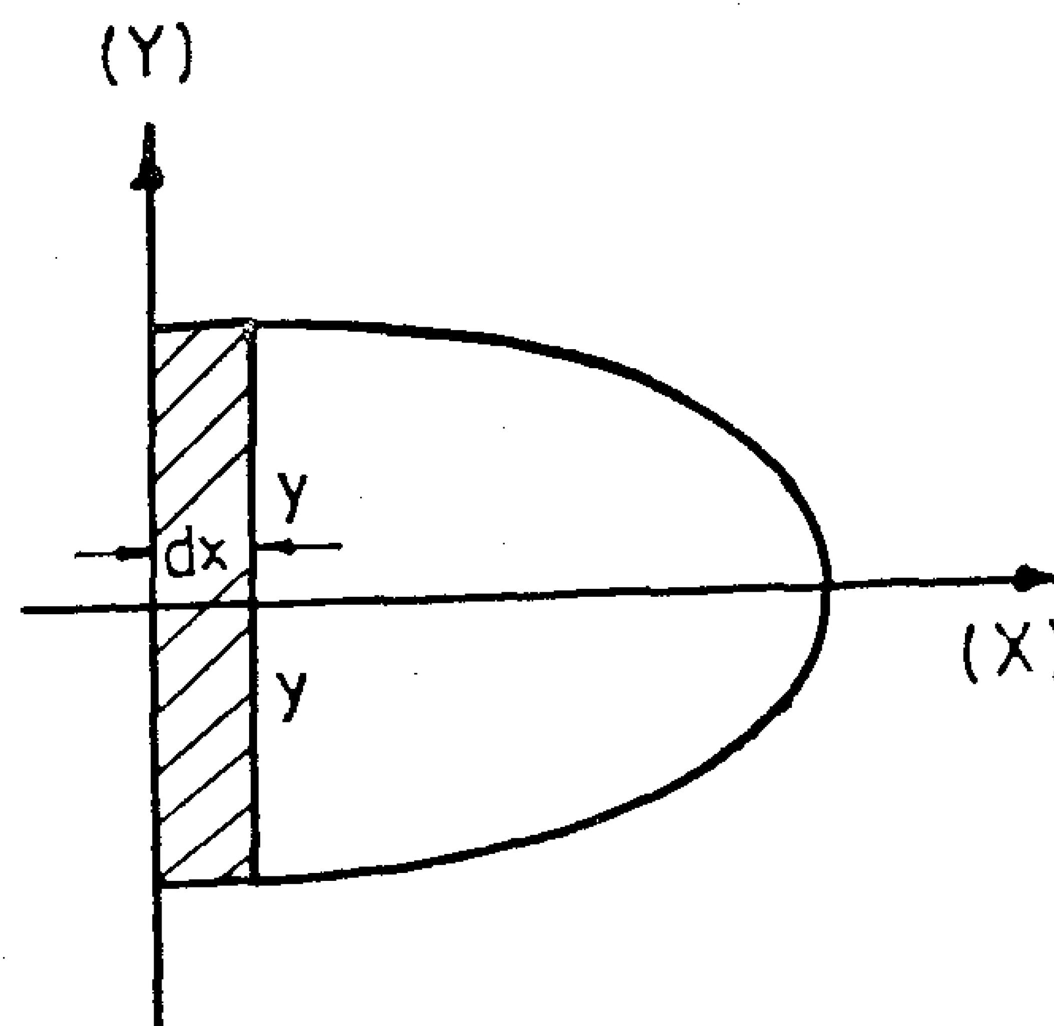


Fig. (2) Appendix

6 — Joint-cable. Junction to load in shaped Bus Bar joints:

Can be made by boring and serewing of terminals shaped of the joint as in (5) and a single core cable depending in its design on the voltage of the joint on load supplied i.e. k.w. loading Fig. (11), as the voltage is D-C. high tension.

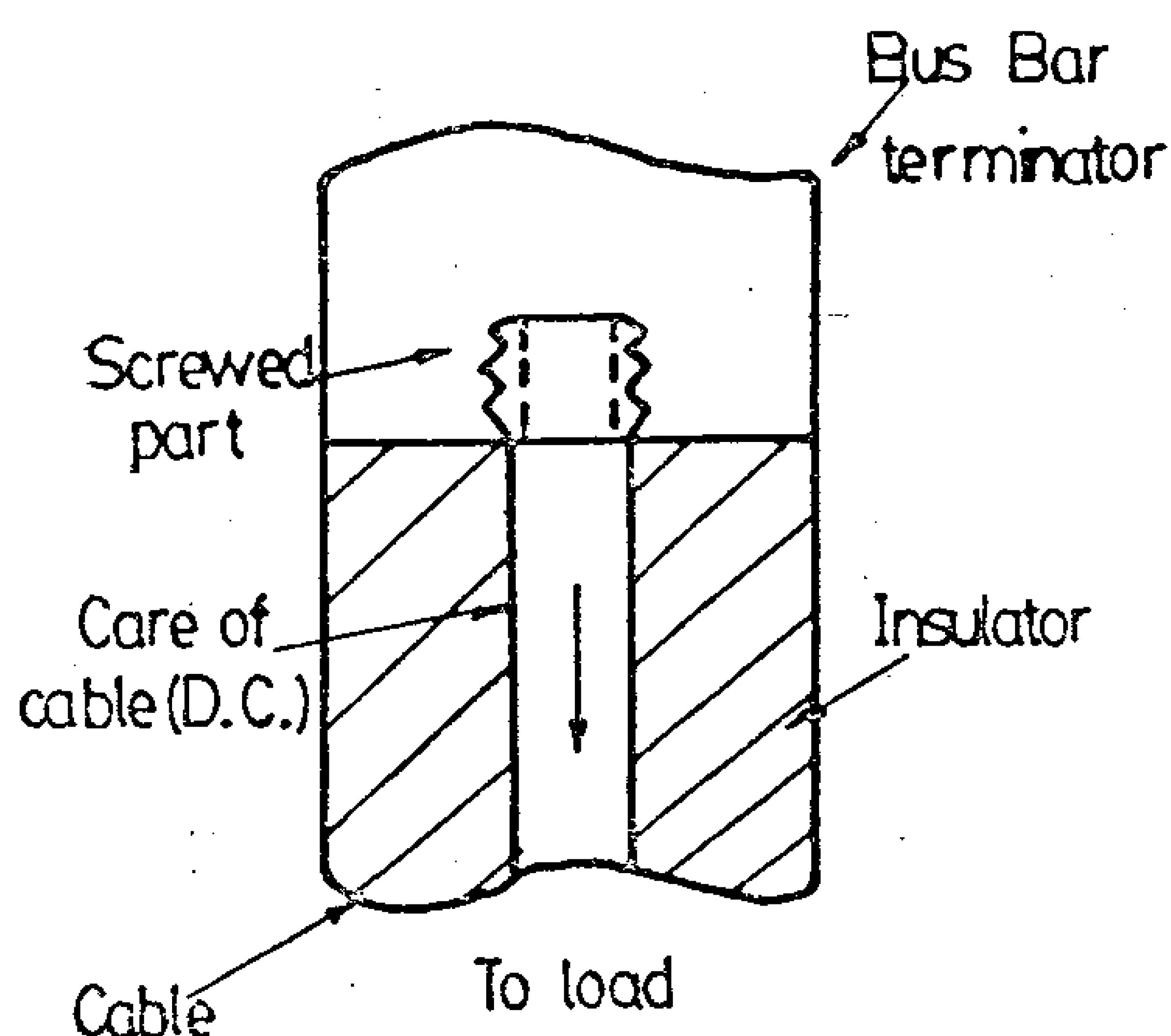


Fig. (11)

7 — Conclusion :

The shaping of the cornors of the joints overlap area and beyond this overlap as stated above in this paper and then to load terminals of the Bus Bars (L) and (T) joints into reasonably chaped surfaces results into better current shares between the different parts of the overlap and hence permitting grater loading per square (cm2) of overlap and as a consequence better contact losses distribution over the overlap in the form of contact losses refrence (8), also errosion of the surface of contact may be reduced due to non concentration of current in the small area, before shaping and better contact pressures.

This design factors are complementery to the bolt design as in reference (4). As before they both must be coordinated in order to improve practical performance under different conditions of loading and in order to perfect such designs.

8. References :

1. Observations on the next paper references (2). made by Gumant Patel, Research Engineers, Hindustan Brown Boveri, limited (availabe at the "Author" premises).

2. M.K. Gohar, H.H. Tawfik, M.M, Abdel Aziz, "Design of high current bolted Bus-Bar joint" (I) D-C systems, IEEE TRANS-Actions on P.A.S. January - February (1979) p.p. (s) (794252)

3. Improving the design and performance of switch-gear components by DR. M. Abdel Aziz, Dr. O. Osman and Dr. H. Tawfik, Journal of the Egyptian Society of Engineers, Vol. (21) p.p. (35-38) No (1).

4. H.H. Tawfik "Studying the main effects on high current conductors in Electrical Engineering Power Works (P.D) Dissertation thesis, October, 1975, El-Azhar University, Cairo, Nasr City A.R.E. p.p. (79-93) -(68-78).

5. Swicth gear Installations, M. Kireyev and A. Kovarsky, Progress, Publishers, Moscow, Book, p.p. (129).

6. Industrial Power Supply by A. Fyodoror High School Publishing, Book, p.p. 423 (Table 3). Moscow.

7. Mathematical Hand Book, for formulas and Tables, Murray Spiegel, Schaum's outhine series in Mathematics; MC. Graw-Hill, Book p.p. (69, 70).

The rigidity of the section for the given dimensions of it and bolts is preserved in this example. As in Fig. (9) which shows dimensions of joint and holes after shaping. The dimensions varriation from rectangular and can be accepted as a good design by making it sensibly greater than the minor.

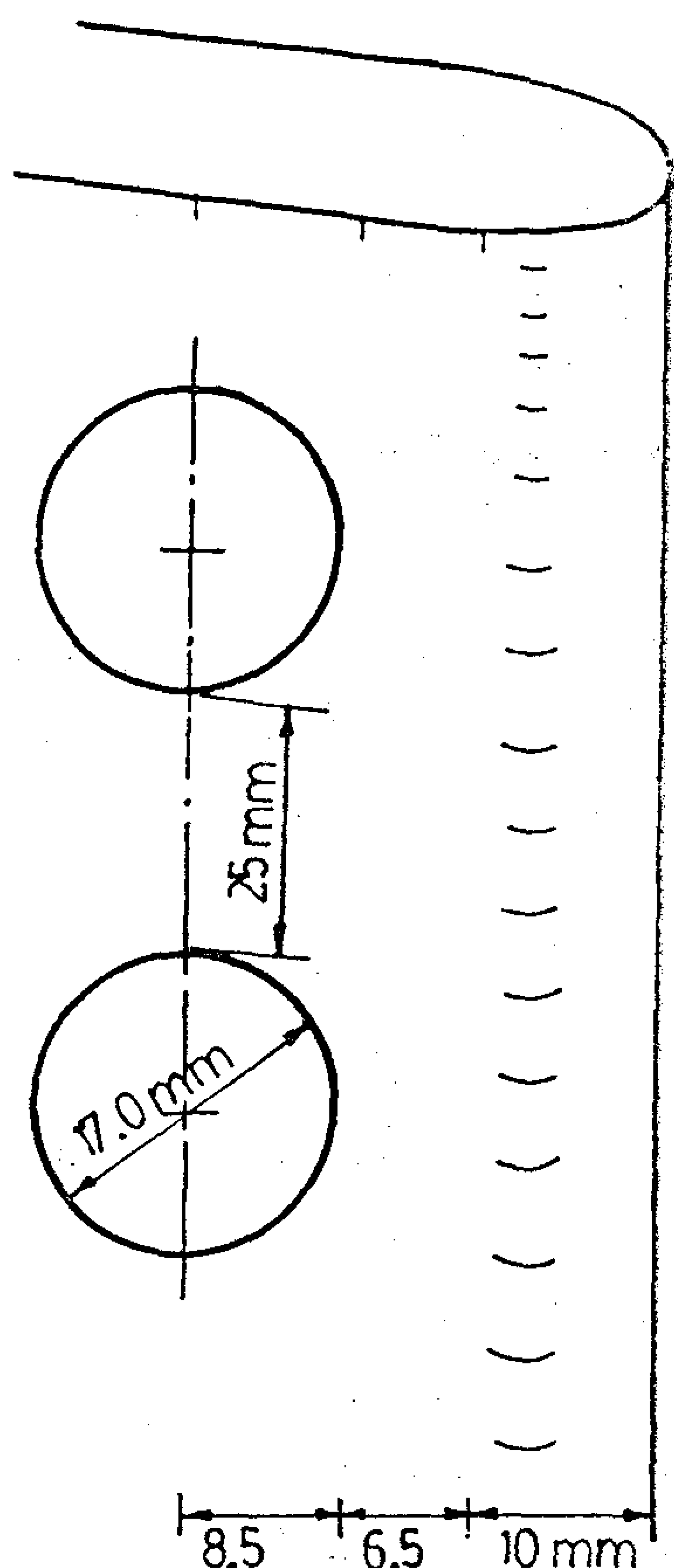


Fig. (9)

Thermal Stability Check:

1. Although the surfaces of the Elliptically shaped cylindricaly corners are smaller to a certain degree than original rectangular sections corners, yet the non presence of current in entrance corners (L) and (T) joints and resistance effect in remote parts of (L) joints helps in better dissipation of heat by conduction through cold Elliptical corners thus heating them, and the remaining heat is convected and rediated through outside surfaces joint, whether (L) or (T), to surroundings.

2. As known, a hole-bolt space must be left for the two directions expansions in the (x) and (y) directions for main and branch due to power losses heating in joint, this expansions dicrease by redistribution of current in the section by shaping of cornors as before.

5. **How, current is delivered to the load through the (L) joints, and (T) joints after shaping:**

Assuming the shaped Bus Bar is as shown before Fig. (6) over both sides of the branch leads to problems of designing link between the transmitting cable to load at the end of the joint because of potential varriation due to shaping of corners:—

1 — (L) Joint:

The voltage drop between (a) and (b) Fig. 10-a can be controlled by changing the shape of the aria (a d b b'), or changing its resistance in order to equialize the potential along it to load.

2 — (T) joint :

The problem here is that of supplying current from both ends whether equal currents or non equal, and hence the terminals shapes are made according to the value of currents passing in them Fig. (10 b).

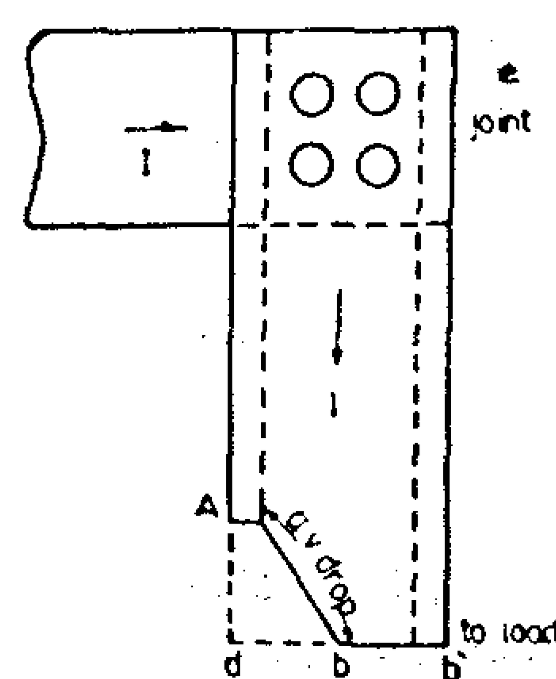


Fig. (10 a)

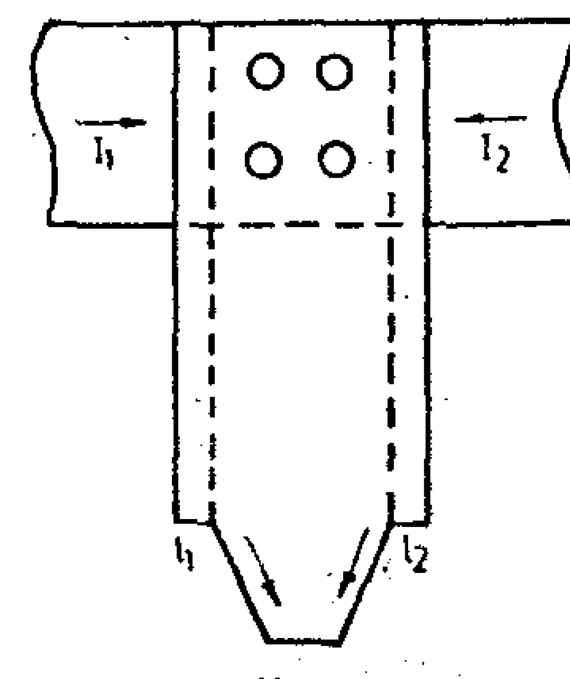


Fig. (10. b)

If cutting or increasing corners material without shaping was used to achieve such current concentrations in the middle part away from the corners of the branch instead of shaping, in the first case bolts design reference (2) is affected badly, while crowding still remains, while in the second crowding still remains, and material is added to branch which costs, Hence shaping of such corners is the slution.

4. **Numerical Example:**

1. According to Russian Practise, References (5,6) and Fig. (6).

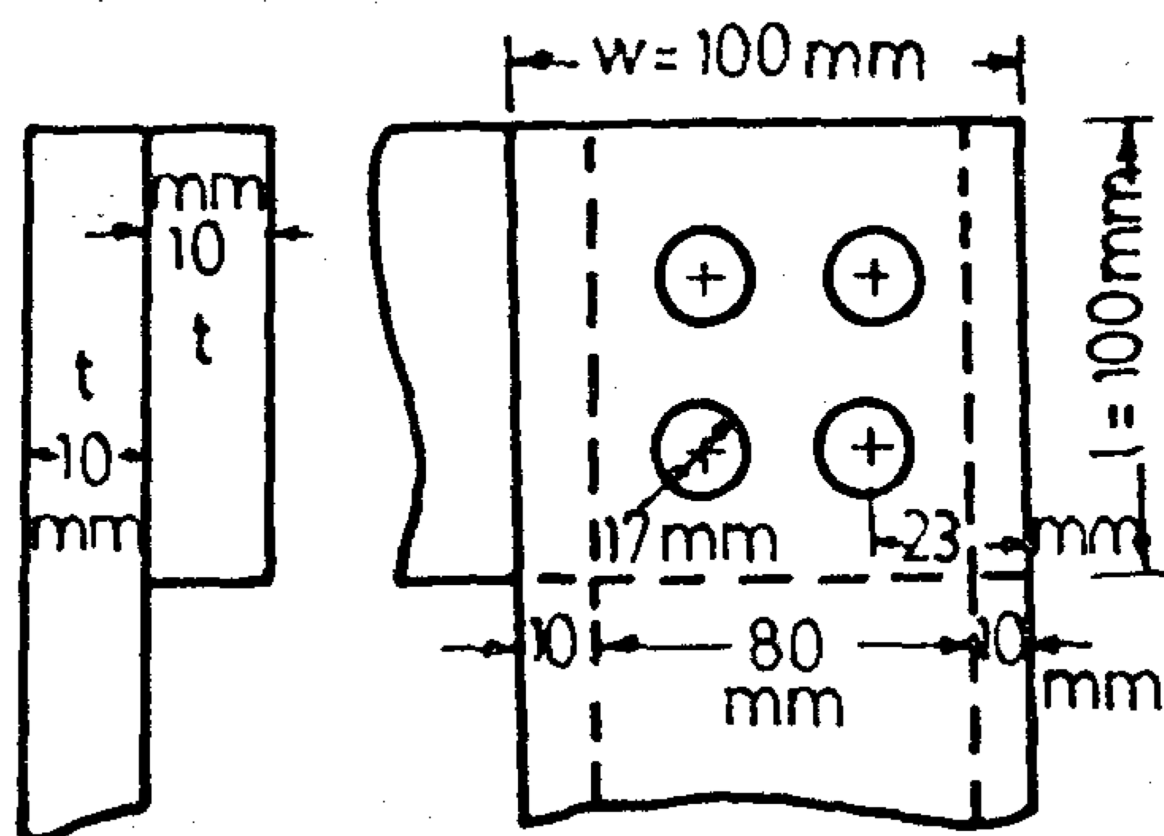


Fig. (6)

W = (100) mm, where w = width of overlap and 1 = its length and t = (10) mm = its thickness, the hole diameter = 17 mm or Wt = 1000 mm², across current flow for main Bus Bar to the load through joint except for hole borings, which are present with and before shaping.

Such joint were found to pass a short circuit curreont maximum D-C of 16,000 Amperes before bolts fall by shear, references (2,4),

For our Elliptic corners we take semi minor axis (b) = t/2 = 5mm, and a = 10 mm, in proportion to Russian Practise dimensions reference (5) and in proportion to good mechanical design hence the remaining area for current path after shaping = (800 cm²) except for holes spaces as before, which varrying with (x) and (y) direction across current pass.

The curves Fig. (7-1,2) and (8-1,2) are for the above joint dimensions and represent R(x) and R(y) as the resistances along (x) and (y) directions to current path in the shaped corner as before. farmulas in terms of (x) as in Appandix (I) for a certain corner dimensions, in addition to original ones:

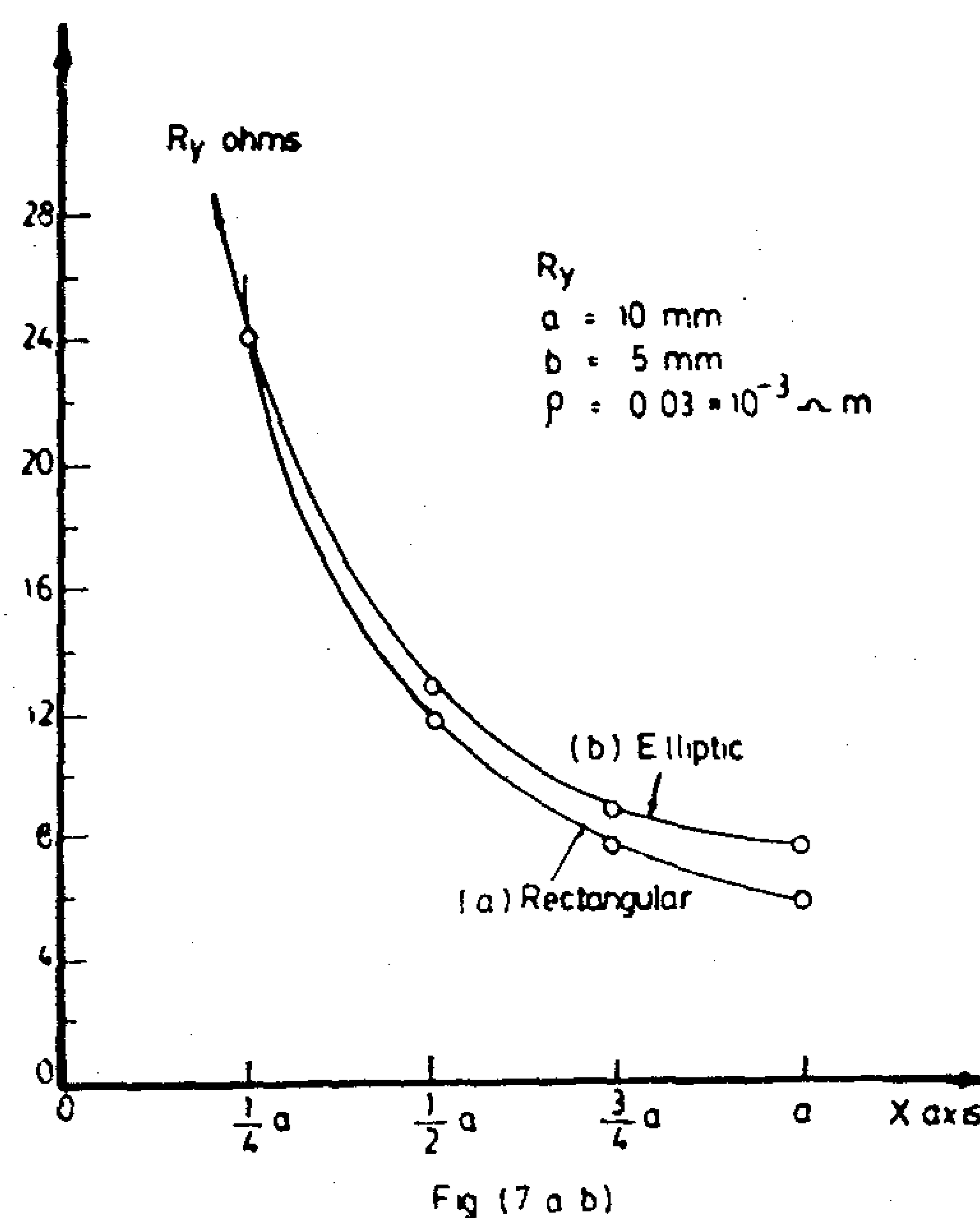


Fig (7 a b)

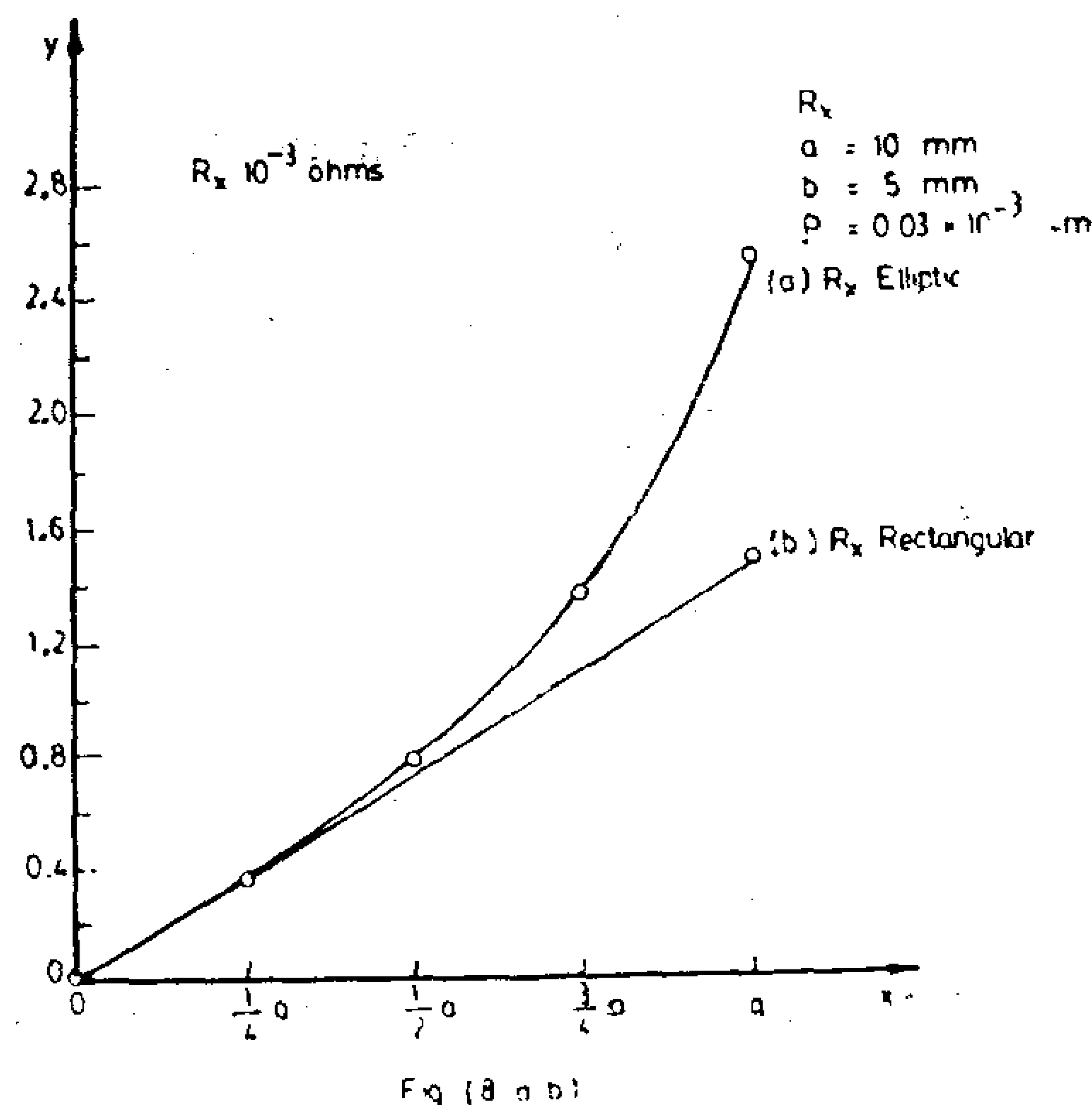


Fig (8 a b)

1. As seen from Fig. (4) we have taken point as an example to refer to the potentials positions as (d 1) and (d_2) their voltages are (V_1) and (V_2) which are the potentials at those points assumed just next to the Elliptie current entrances corners of (K) k.v. whether is transient are in its on load steady state conditions, due to space independence their potentials are of course smaller than (K) k.v. (Bus Bar voltage at entrance to branches as before), i.e. (V_1) k.v. and (V_2) k.v. are smaller than main Bus Bar voltages, because of current passing in resistances, up to such point and to load after.Hence as we move away from entrances whether for (L) or (T) joints, potentials drops, as a reduction the potential in the Elliptic joint corners of both types at entrances are constant sensibly.

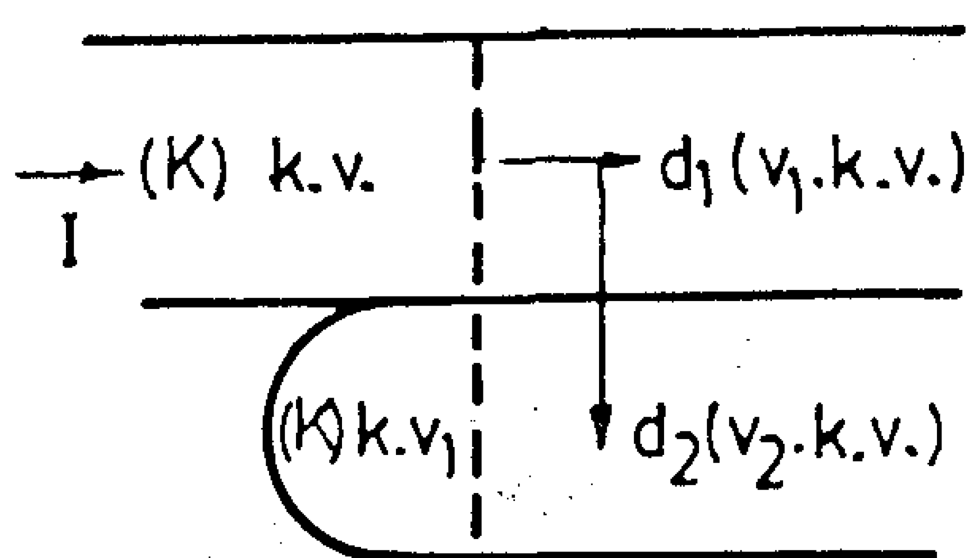


Fig.(4): on load on corner made Elliptic at Entrance to branch.

2. The independence of such corners from the main Bus Bar surfaces also makes the only contact of entrance to branch corners with such surfaces as only a straight line and which results in no change in voltages on Elliptic corners, being Electified at (K) k.v., hence current is derived away from them, whether in the transient or steady state conditions because of such independence, or from higher potentials to lower potential, and then to load (of lower potentials then joint structtre).

(b) **Independence and resistance effects for remote(L) joint corners from entrances of current, after shaping into Elliptic corners.**

1. Current reaching these corners are almost small in case of rectangular sections. as before, also due to resistance effect hereafter, result in that currents reacting the remote corners from current entrances to load of the (L) joint elliptically shaped decreasing further by shaping as culculated in Example section(4).

2. Also geometrically independence of main and branch corners. results in no exchange of current between them, here current space of flow is limited between (x) and (y) direction.

From (a) and (b) it is now clear that currents entering the branch, for both types of joints are driven from corners and concentrate only in the middle parts of the branch, accordingly near current entrances currents to branches is decreased, also the bulk of remote corners current paths in case of (L) joints are in the (x), and (y) directions only reduced.

Symbolic quantitative as well as space distribution paths as shown in Fig. (5-a,b and c).

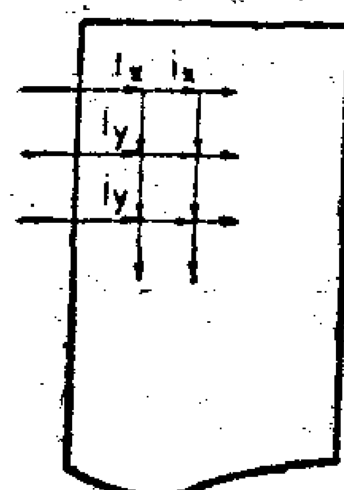


Fig. (5-a)
Current distribution of shaped corners (L) joints quantitativly approximately

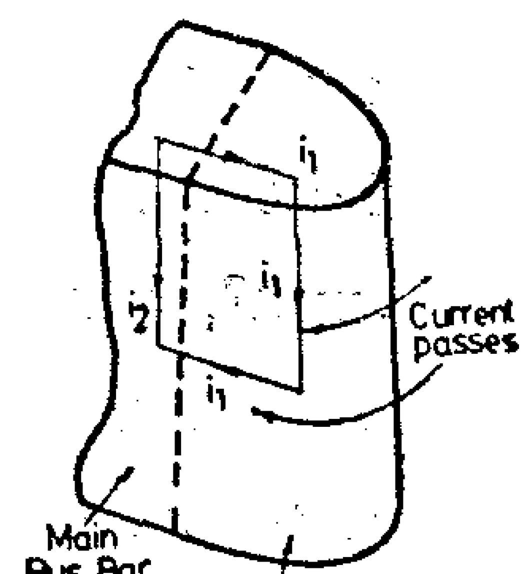


Fig (5-b)
Main Bus Bar shaped corner current passes

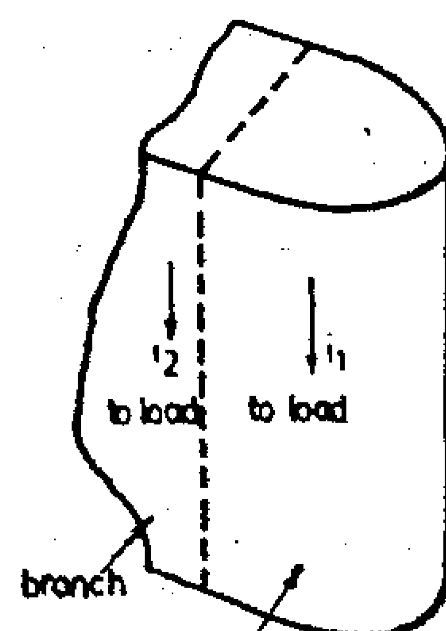


Fig (5-c)
Branch
shaped corner current flow

This results in decreasing the current carrying capacity and efficiency of the joints, for Both (L) and (T), to a great extent, also in such a way that other parameters of design become affected, as the occurance of great unequal expansions of the Material of the overlap due to the concentration of power losses and the errosion of material which are worthened due to this currents concentrations, and contact resistance specially with high tension Bus Bar joints where steady state currents are large allready.

3. How, better distribution of currents in the joints can be realised :

According to remarks made by Gumant Patel reference (1). The author of this paper proposes shaping differently the corners of the branch of (T) joints and the corners of the branch and remote main Bus Bar corner from current entrance to branch corner in (L) Type, which are originally rectangular, for better current distribution and thermal performances, while maintaining reasonable mechanical stabilities as compared to the rectangular ones.

This can be realised practically by manufacturing those corners Volumes into Elliptic or similar, the eathear to manufacture, half cylindrical shapes instead of the usual paralipiped sections Fig. (2) with minor axis as the thickness of the joint material (main or branch) and major axis is propartional to Bus Bar dimensions and of value depending on both Electrical design as before and mechanical one as in the example below, including (L) joint remote from entrance of current to branch, Bus Bar corners.

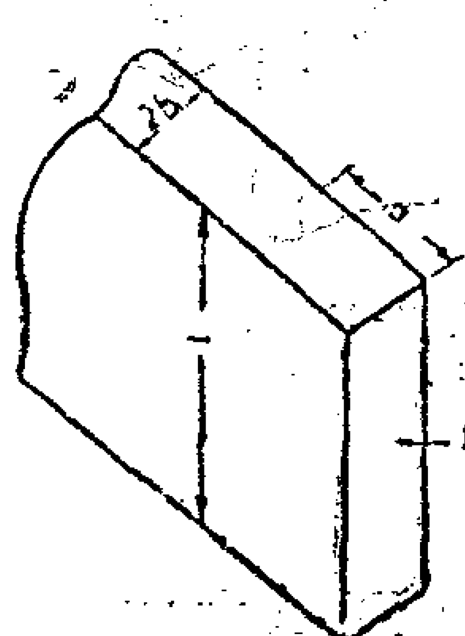


Fig (2 - a)

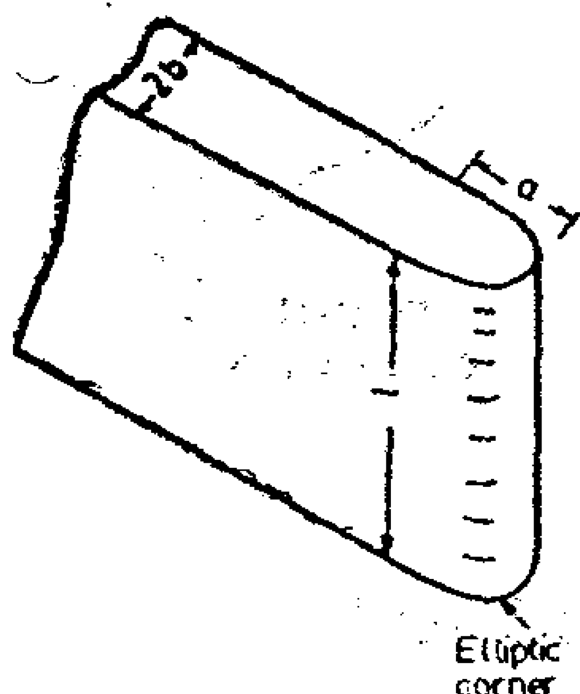


Fig.(2-b)

The Idea Depends On The Following Considerations :

1. No load Conditions :

As shown in Figure (3), (a and b) assuming a (K) k.v. main supply to Bus Bar as seen, the hole joint whether its inside metal or that exposed to atmosphere is electrified at this (K) k.v., including the Elliptic corners after shaping, bolts and holes all have (K) k.v. potential.

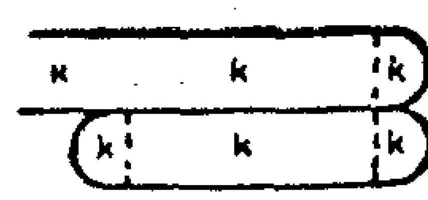


Fig.(3-a)'T' secton

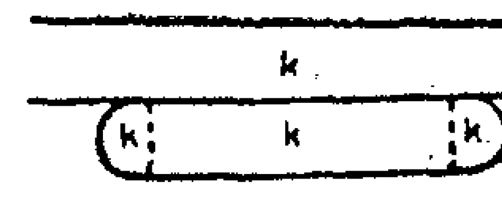


Fig.(3-b)'T' section

2. Transient and on load conditions:

Upon switching on the supply current starts to flow to load, and hence voltage drops during the transient period, changing in both space and time, the potentials every where begin to differ from main Bus Bar value through overlap values and up to load supplied.

As with transient period off, voltage become constant every where with time but different in space inside joint material being maximum at entrances from Bus Bar to branch in both (L) and (T) joints.

3. Transient and steady state joint analysis :

(a) Independence corner effect analysis for joints with Elliptic enntrance corners of branches :

This happens at corners of entrance of current from main Bus Bar to branch, but not for remote from entrance corners in case of (L) joints, where independence between Elliptic corner and main Bus Bar occurs Analysis of (L) remote corners shall be given in next (3) (b) section hereafter. Analysis goes as follows:

IMPROVING THE DESIGN OF BOLTED HIGH TENSION HIGH CURRENT BUS BAR RECTANGULAR (L) AND (T) JOINTS, BY SHAPING THE CORNERS INTO ELLIPTIC HALF CYLINDERS, OR SYMILAR

1 — D - C Systems

By : Hussein Hafez Tawfik* (MS. C. Ph.D.)

1. Introduction

The design of Bus Bar (L) and (T) shaped joints is devided into two main categories :

1. Safe bolts design under severist loading conditions (short circuit).
2. Obtaining almost equal distribution of current per unit area in the joints, resulting in current carrying capacity improvement in them, and also into better thermal in addition to reasonable mechanical stabilities.

The first categories was takled by the author of this paper and colleagues as in references (2,3 and 4), on the basis of calculating the maximum current carrying capacity of the bolts at severist faulty or short circuit conditions, in other way deterimining minimum allowable diameter of bolts and thickness of material of Bus components used (e.g. Aluminum, Copper, Alloys), under the severist conditions of loading mentioned before.

Up to the author's knowledge, category two have not been tackled up till now and is approached here with more details.

2. The problem of unequal current distribution in the joint overlap due to "Resistance Effects" :

Because of currents changing directions in the overlaps of the (L) and (T) shaped Bus Bar section due to unequal and increasing resistances to passes of current in the joints of Bus Bars to load being minimum at entrances of current to branches. The result is that currents due to this effect have tendency to crowd in the small regions at the entrance to the branch from main Bus Bar, and in one direction for the (L) joint and from both directions for the (T) joint.

Considering an ordinary (L) joint we have that the remote parts of branch from current entrance are left with little current passing as a result of the above analysis, and hence unfair distribution of current in joint, in case of (T) it is the middle region of the overlap have small or no current, see Figure (1-a,b) for current distribution.

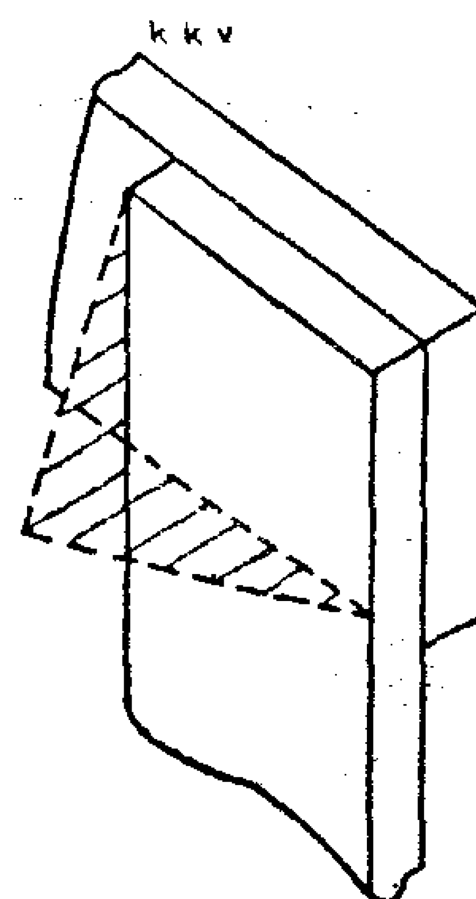


Fig (1-a)
Ordinary 'L' joint

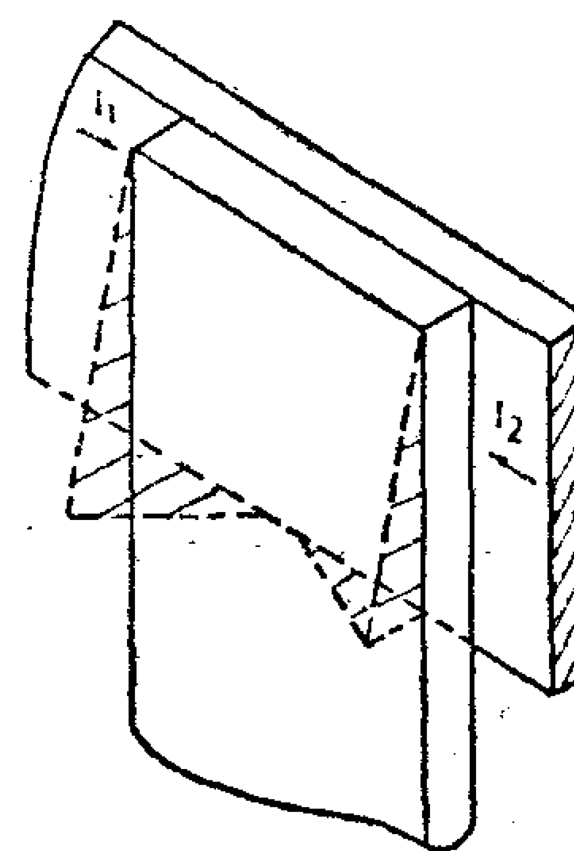


Fig. (1 - b)
Ordinary 'T' joint

* Lecturer In Electrical Engineering Department Faculty of Engineering El-Azhar University.

5. Air-borne noise isolatio can made by means of an isolating enclosure built around the gearbox and which is lined with sound absorptive material.

6. Mounting an absorbent ceiling in the machinery hall will in general give a reduction of about 5 dB(A) in the overall noise level.

7. The three power unit in the machinery hall must be separated from each other by means of partial partitions lined with sound absorptive material.

ACKNOWLEDGEMENT :

The author wishes to express his gratitude to Prof. Dr. M Mokhtar, for his valuable suggestions.
He also wishes to thank Mr. I. Awad at the NIS for his help during the measurements.

These measurements were carried out at the request of the manager in the power station of Esco-Company, in Bahtim, Egypt.

REFERENCES :

1. Collacot, R.A. : Machinery Fault Dianosis by Sound Identification. Noise Control, Vibration and Insulation. Aug./ Sept. 1976 pp. 246.

2. Ness. H.W. : Pinpointing Vibration in Rotating Machinery. ASME 1965, paper 65 65 GTP-24.

3. Jaekel, K. : Gerausch und Schwingungen an grossen Zahnradgetrieben, VDI-Zeitschrift Feb. 1964 (106) No. 6, pp. 215.

4. Randall, R.B. : Cepstrum analysis and gearbox fault diagnosis, (B & K) Application Note No. : 13 - 150.

5. Sato, T., Sasaki, K. and Nakamura. Y. : Real Time Bispectral Analysis of Gear Nosie and its Application to Contactless Diagnosis. J.A.S.A. Vol, 62 No : 2 Aug. 1977 pp. 383.

6. Joughin, J. H. : Proc. Instit, Mech. ,Engrs. 1951, 164 (2) pp. 157.

7. ISO - Recommendations 3740-3746, Acoustic-Determination of Sound Power Levels of Noise Sources.

8. Pedersen, O.J. : Simple Measurements of Sound Level of Noise Sources. Proceedings of 9th International Congress on Acoustics, Madrid 1977.

9. NASA : Technical Memorandum x64669, 1971 Dec., pp. 592 (From Noise and Vibration Bulltin N V B Jan. 1973, pp. 17.

10. VDI 2056 Verein Deutscher Ingenieure Okt. 1963.

11. Badgley, R. H. and Hartman, R.M. Gearbox Noise Reduction. Journal of Engineering for Industry May. 1974, pp. 567.

(at the positions 10,11,12 and 13, fig.10) only at position 13, the peak at 1 kHz is very strong and is belived to be due to a higher harmonic or a structural resonance This resonance can be magnified in the cavity under the top of the gear case.

The difference between the measured spectral peaks at frequencies 125 Hz and 63 Hz and those of the driveshafts f st1 and f st2 may be due to the wide band frequency analysis (octave band), which was used in the present measurements. In order to detect pure tones and harmonics as well as to resolve more spectral peaks due to gear rotation, bearing rotation, and gear meshing, a narrow band frequency analysis is necessary which was not availabe at the present time of measurements.

CONCLUSIONS :

The noise and vibration measurements presented in the previous section came up to the following conclusions :

1. A high overall noise level ranging from 87 bB (A) to 91.5 bB(A) was measured and so it can be recommended, that some efforts must be done to reduce it or at least the person, who operates the unit must use some kinds of ear protectors such as earplug or ear muff or both.

2. The gearbox is the main source of vibration excitation and also of the noise radiated.

3. The noise measurement as well as the vibration measurements showed three peaks at the frequencies 50 Hz (or 63 Hz), 100 Hz (or 125 Hz) and 1 kWz. The lower peaks are in good agreement with those of the driveshaft of the gear train. The peak at the frequency 1 kHz may be due to a higher harmonic or structural resonance.

SOME SUGGESTIONS FOR REDUCING THE NOISE AND THE VIBRATION LEVELS :

From the above measurements and results, it becomes clear, that the noise radiated from the power unit is high and that the gearbox is the main source of noise as well as of vibration excitation. In the present case, the power station is completely built and the change of its constituents is not planned. Therefore, the following suggestions can be made to exert an effect on the reduction of the noise and vibration levels.

1. Because of the speed range being very wide and the geometric limitation do not allow detuning of the natural frequency of the gear, damping materials can be applied, which decrease the amplitude of resonance. At resonance, the amplitude does not depend on the exciting forces but on the damping coefficient of the vibrating element. Such damping can be realized, by attaching damping rings or plates to the gear in order to provide energy dissipation by frictional contact or by attaching material of high damping capacity (such as lead or Babbit metal and this can be done by coating it through the web and the rim of the gear.

2. The rigidity of the housing-gear case, which acts as an acoustic shield, can be increased by an additionl mass to be as large as feasible, so that the natural frequencies of the housing will be above the rotational range.

3. The material used in making the casing oiltight should be carefully selected to avoid the contamination of the lubricant. These contaminants, in passing through gear mesh, could cause increased friction and therefore increased noise.

4. To protect the gear(11), flexible shaft couplings may be applied and also structure-borne noise isolation can be realized by means of suitable resilient mounts.

main gear (position 5) and on the suspensions (positions 6,7,8 and 9). The highest vibration velocity (19 mm/s-RMS) was measured at position 13 on the top of the gear case.

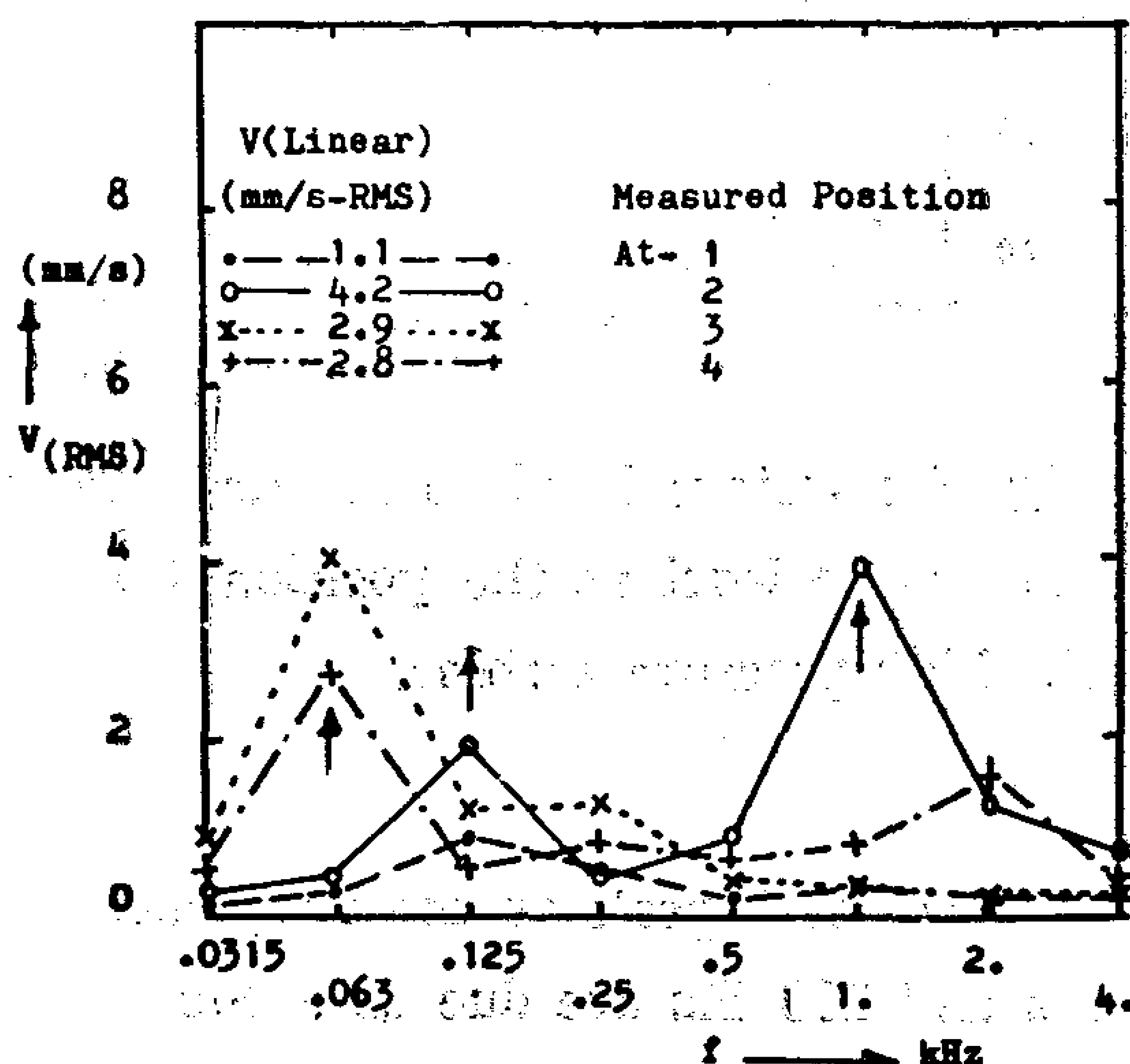


Fig. 8 : Octave band vibration velocity V(RMS-mm/s) at the positions 1 and 2 on the turbine, 3 on the generator and 4 between the gearbox and the generator.

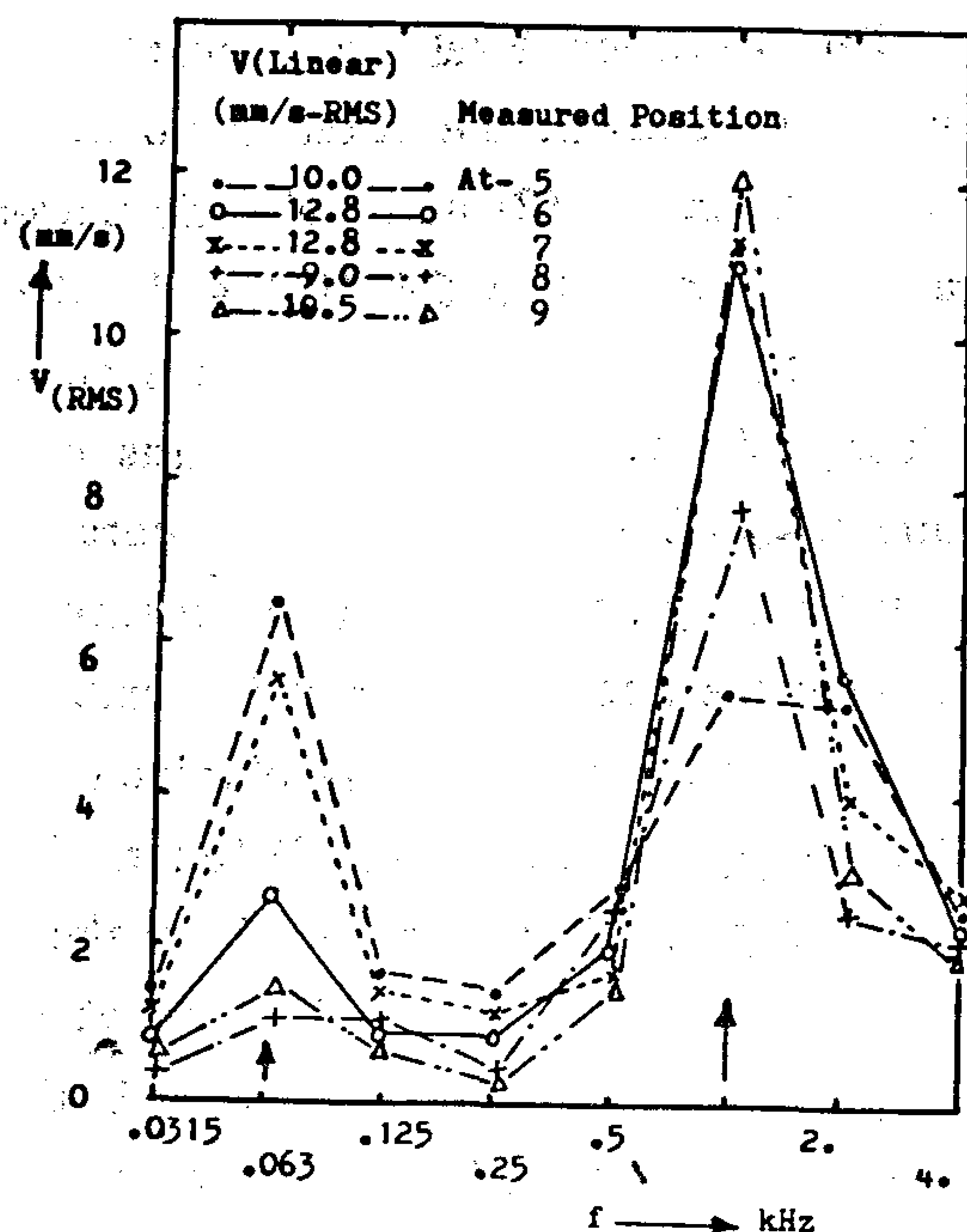


Fig. 9 : Octave band vibration velocity V(RMS-mm/s) at the positions: 5 on the main gear. 6,7,8 and 9 on the suspensions.

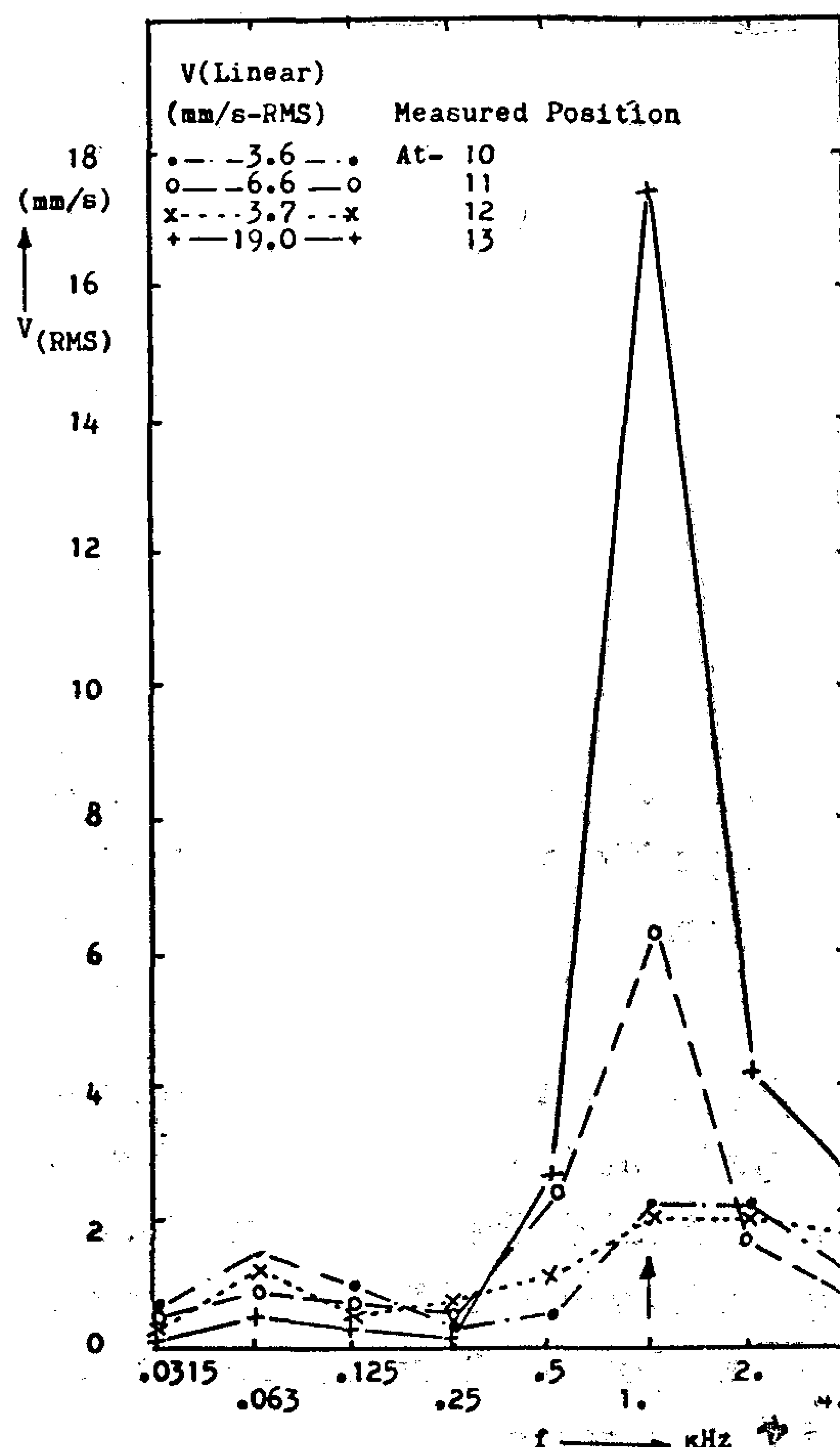


Fig. 10 : Octave band vibration velocity V(RMS-mm/s) at the positions : 10, 11 and 12 on the housing-gear case and 13 on the top of the gear case.

At the positions 1 and 2 on the turbine and 3 and 4 on the generator (see fig. 8), the peak at 125 Hz agrees with that of the driveshaft f st1, whereas the peak at 63 Hz agrees with that of the driveshaft f st2. The peak at 63 Hz is stronger than that at 125 Hz, which means that the reduction gear is a strong source of vibration excitation. Fig. (9) shows two peaks at 63 Hz and 1 kHz. The stronger peak at 63 Hz was measured at position 5 on the main gear, which is believed to be the main source of vibration excitation. On the suspensions (at the positions 6,7,8 and 9, fig. 2) this peak is slightly weak, whereas the peak at 1 kHz is very strong and approximately of the same order. On housing-gear case

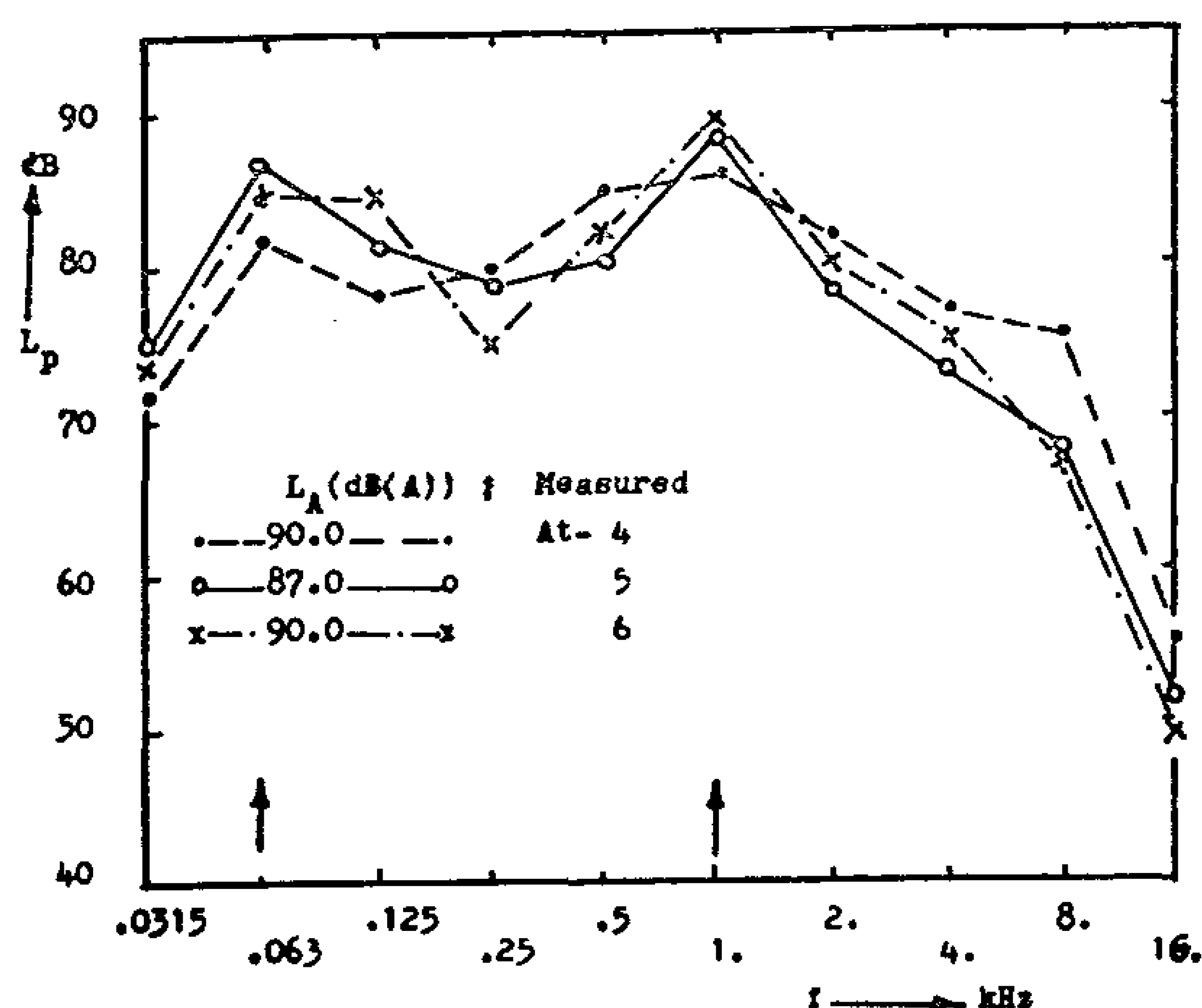


Fig. 6 : Octave band noise level L_p .dB at the positions : 4,5 and 6 around the generator.

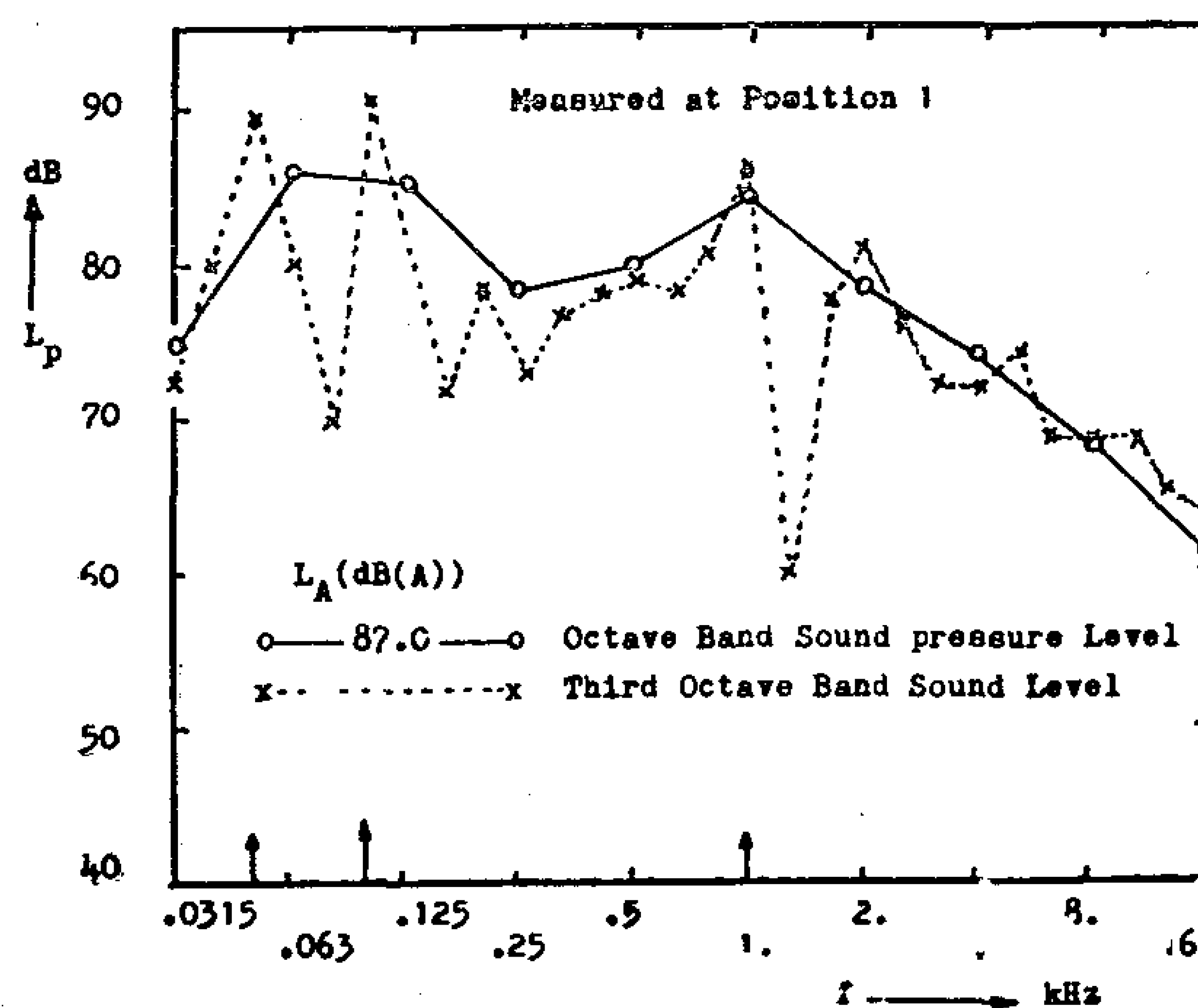


Fig. 7 : Octave band and third octave band noise level at the position 1 facing the high pressure turbine.

Fig. (5) and fig. (6) show three spectral peaks at the frequencies 63 Hz, 125 Hz and 1 kHz. They also show, that the highest L_A value (91.5 dB (A)) was measured at position 3 facing the gearbox, which was covered during the measurements. Therefore, it can be concluded, that the gearbox is the main source of the noise radiated.

To resolve more spectrum peaks or to determine the peak positions accurately, third octave band frequency analysis was made, as an example, at position 1. The obtained results together with octave band noise level are represented in fig. (7). It shows three spectral peaks occur at the frequencies 50 Hz, 100 Hz and 1 kHz. The two lower peaks are in good agreement with those of the driveshaft I (6350 r.p.m.) f st1 and the driveshaft II (3000 r,p.m.) f st2, namely.

f st1 = (6350/60 sec.) = 105.8 Hz and

f st2 = (3000/60 sec.) = 50 Hz

The level peak at the frequencies 50 Hz and 100 Hz are due to a coincidence of the frequencies f st1 and f st2 with exciting frequencies. The level peak at 1 kHz may be due to higher harmonic or to a structural resonance.

The vibration level Lv (linear) was measured in dB at the different positions illustrated in fig. (2) at an electric power ranging from 4.8 to 5.4 MW and then converted into units of vibration such as velocity V (mm/s-RMS) by means of a slide rule. Also the octave band vibration velocity V (mm/s-RMS) was measured at the same electric power of the unit and at the same positions. The obtained results are represented in fig. (8) to fig. (10). In the figures, three spectral peaks of vbiration velocity can be observed at the frequencies 63 Hz, 125 Hz and 1 kHz. Also it can be seen, that high overall vibration velocities were measured at positions on the gearbox ranging from 10 to 12.8 (mm/s-RMS), especially on the

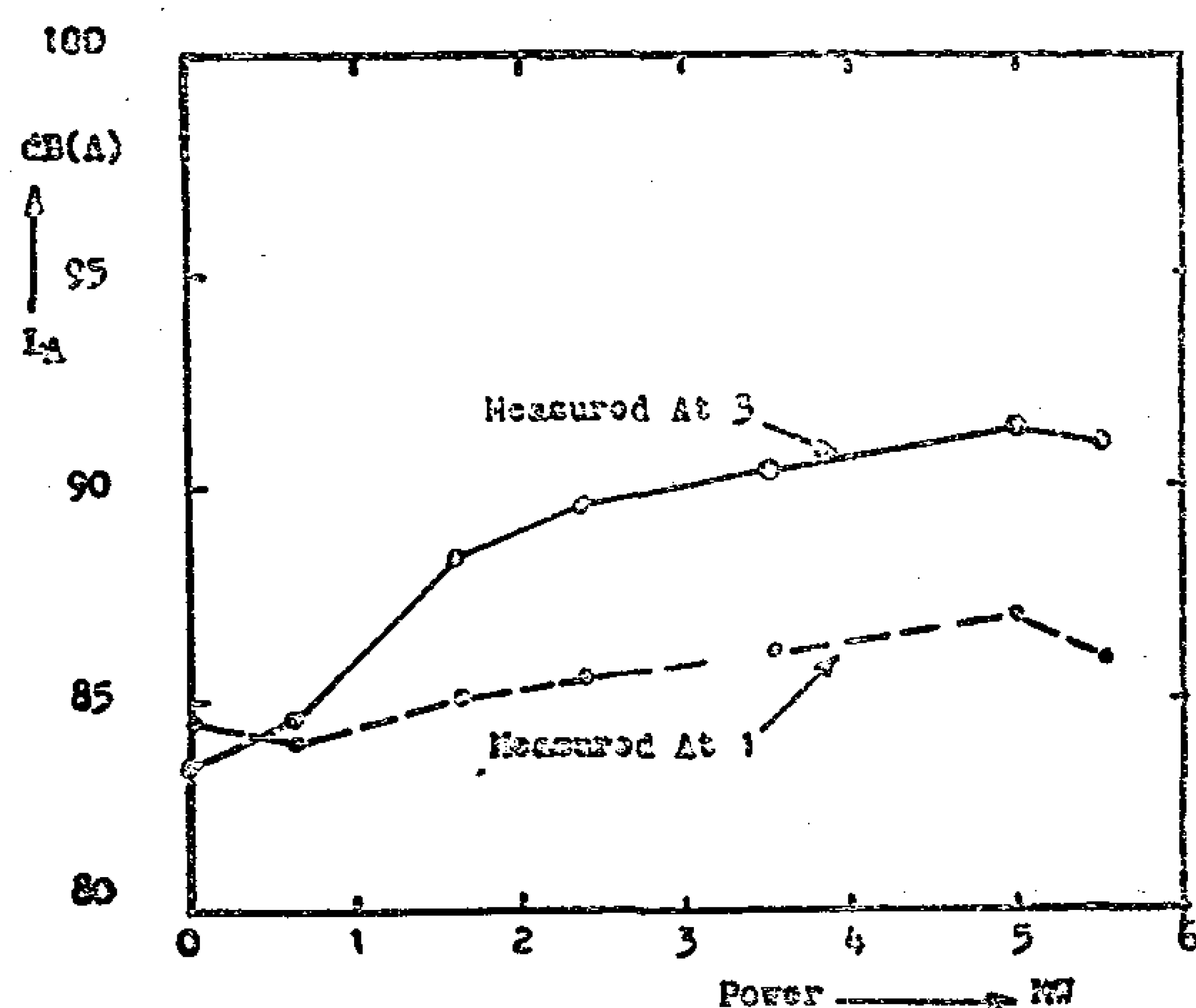


Fig. 3 : Overall noise level LA -dB (A) as a funition of the electric power (MW) of the power unit.

Applying a standard method(10), the overall equivalent vibration velocity V equ. (mm/s) as a function of the electric power was also measured at the positions 5,10 and 12 (see fig. 2) on the gearbox. The obtained results are represented in fig. (4). It shows, that V equ. increases with increasing MW-value at the positions 10 and 12 on the side of the housing-gear case. At position 5 on the main gear, it increases up to about 2.5 MW, then decreases with increasing MW to about 4.8 MW. After that it increases again up to about 5.8 MW. It also shows, that the vibration velocity V equ. at position 5 is higher than that measured at positions 10 and 12. From the above results, it can be noticed, that maximum noise radiated as well as maximum vibration velocity occur at an electric power of the unit of about 5.5 MW.

...

The average A-weighted overall noise level L_A was measured in the machinery hall with a portable sound level meter at points evently distributed around the hall. It was found to be 89 dB(A). Then, L_A was measured at various measuring positions (see fig. 1) around the whole unit, when the electric power of the unit was 5 MW. Due to the variation of load during the measurements, the electric power varied from 4.8 to 5.4 MW. Also the octave band noise level L_p (dB) was measured at the same electric power of the unit and at the same positions. The obtained results are represented in fig. (5) and fig. (6).

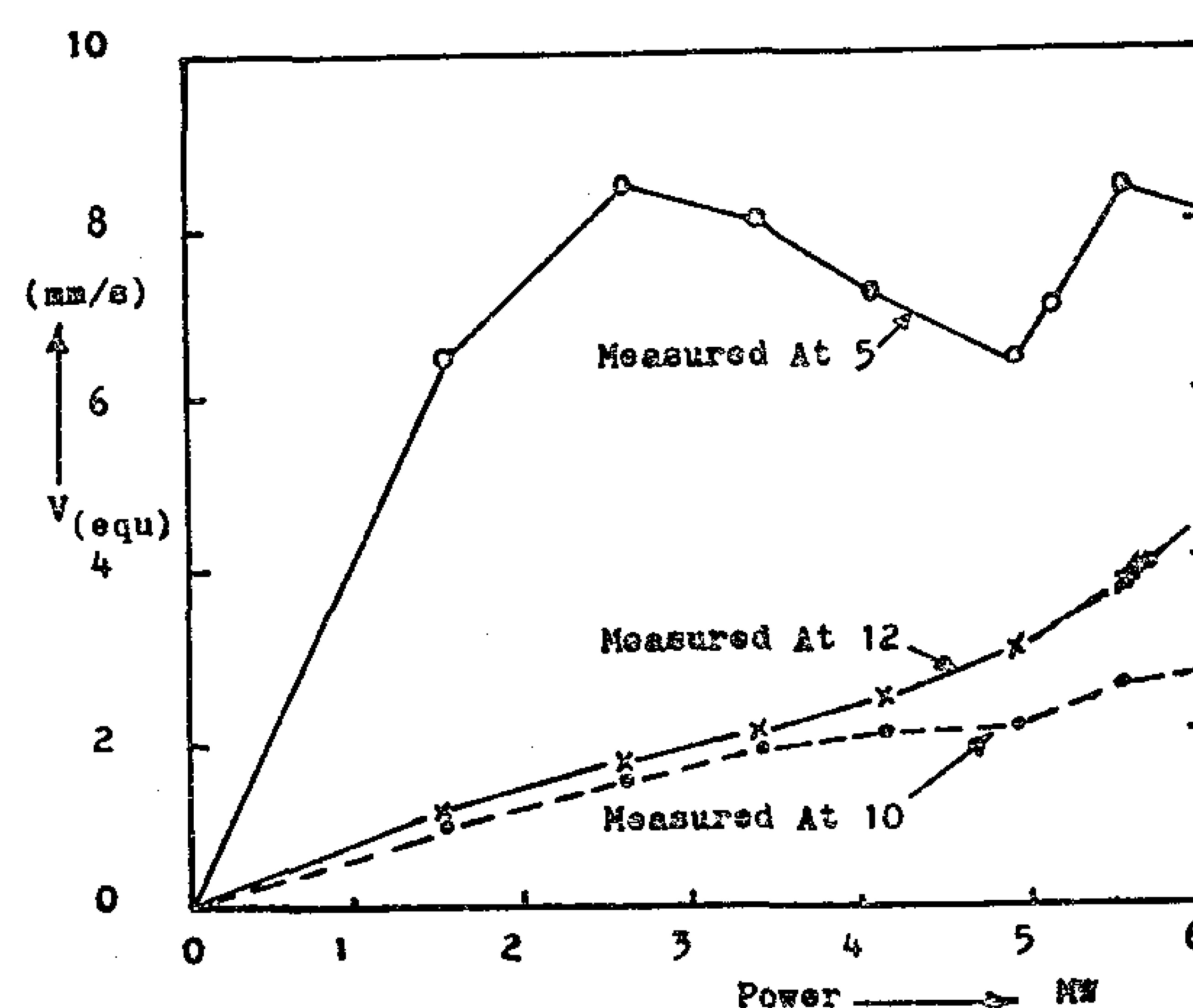


Fig. 4 : Overall vibration velocity V equ. -mm/s as a function of the electric power (MW).

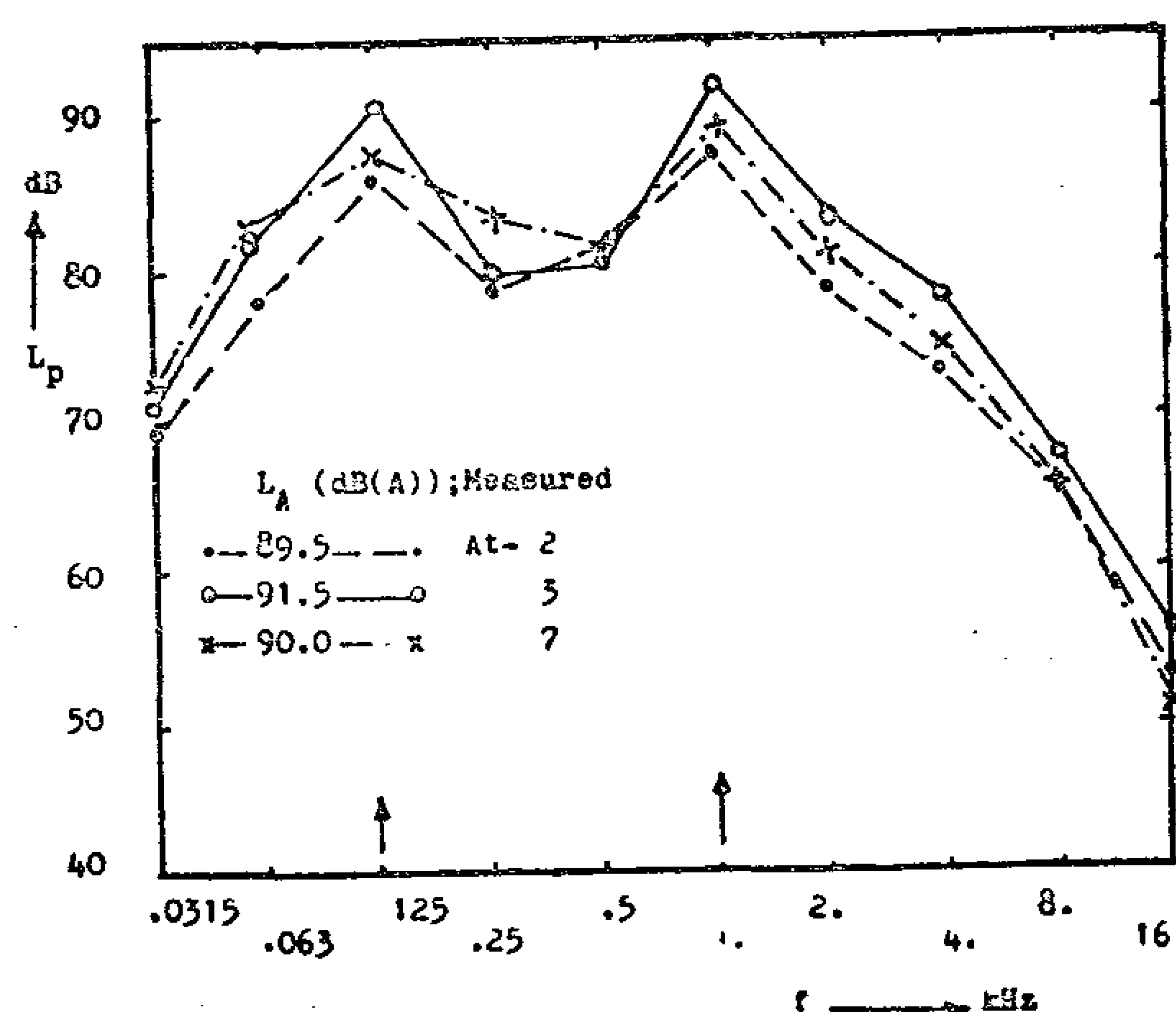


Fig. 5 : Octave band noise level L_p -dB at the positions

1 and 7 facing the low pressure turbine.

3 facing the gearbox.

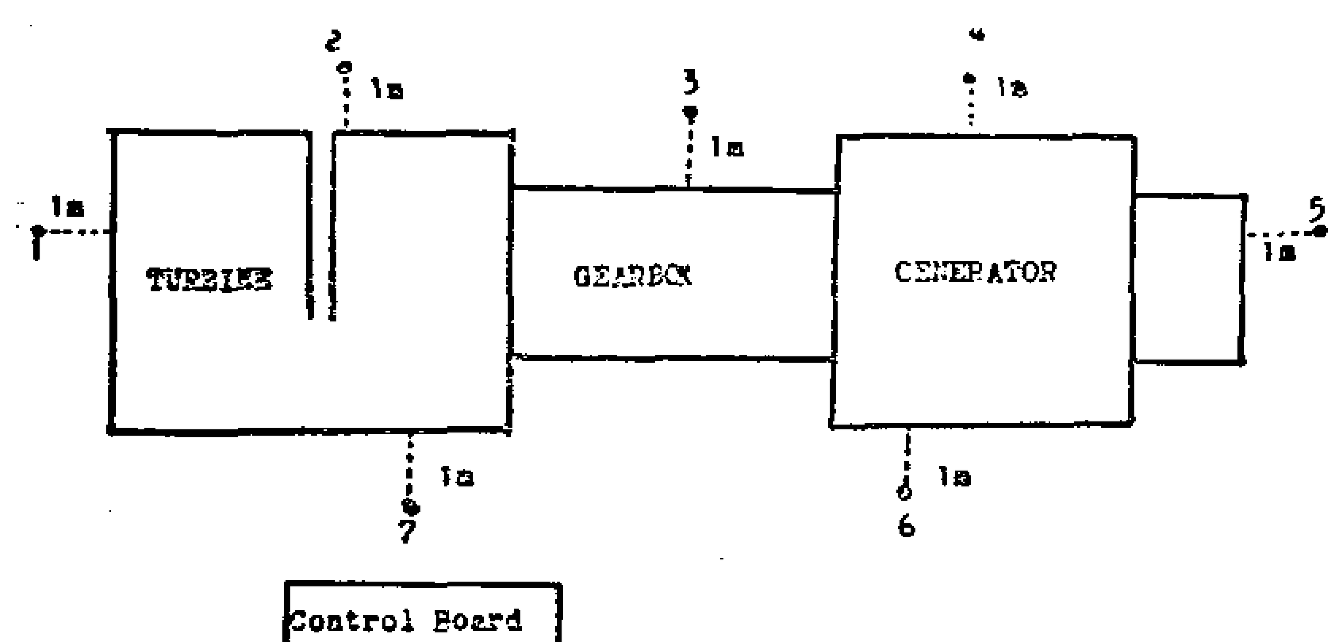


Fig.1 : Measuring positions for noise measurements

The measuring arrangements consisted of 1"condenser microphone type 4132, Precision Sound Level Meter type 2203, Octave Filter type 1613, Microphone Amplifier type 2603 and Band Pass Filter type 1612. All these equipments are of the Brüel & KJär measuring systems. The arrangement was calibrated by means of a pistonphone type 4220 before starting the measurements. The background noise level was measured in the frequency range considered and was found to be more than 10 dB below the measured sound level in the same frequency range. So it has a negligible effect on the measured noise level.

Vibration Measurements:

Although noise measurements are easier to be carried out, vibration measurements give more complete informations. The importance of vibration testing is a function of the severity of the conditions, under which the machine is supposed to operate. As long as only simple structures are considered, it is possible to calculate the effects of vibrations. However, as the structure becomes more and more complicated and the operating conditions more and more complex and severe, the calculation becomes more complicated. In such case, vibration testing may be the only practical solution for the problem of determining vibrational effects

To get an idea of the overall vibration level at different positions, frequency-«independent» vibration measurements were made. To be able to predict the effects of vibrations on mechanical structure, frequency analysis of the vibrations were made to trace down the main sources of vibration excitation(9). For this purpose, a measuring arrangement was used, which consisted of an Accelerometer type 4332, an Integrator type ZRO020, Precision Sound Level Meter type 2203 and a set of Octave Filter type 1613. All these equipments are of the BrUel & Kjär measuring systems, The accelerometer was properly mounted at the measurement point by means of permanent magnet. The overall vibration velocity as well as the frequency analysis were measured at the positions illustrated in fig. (2).

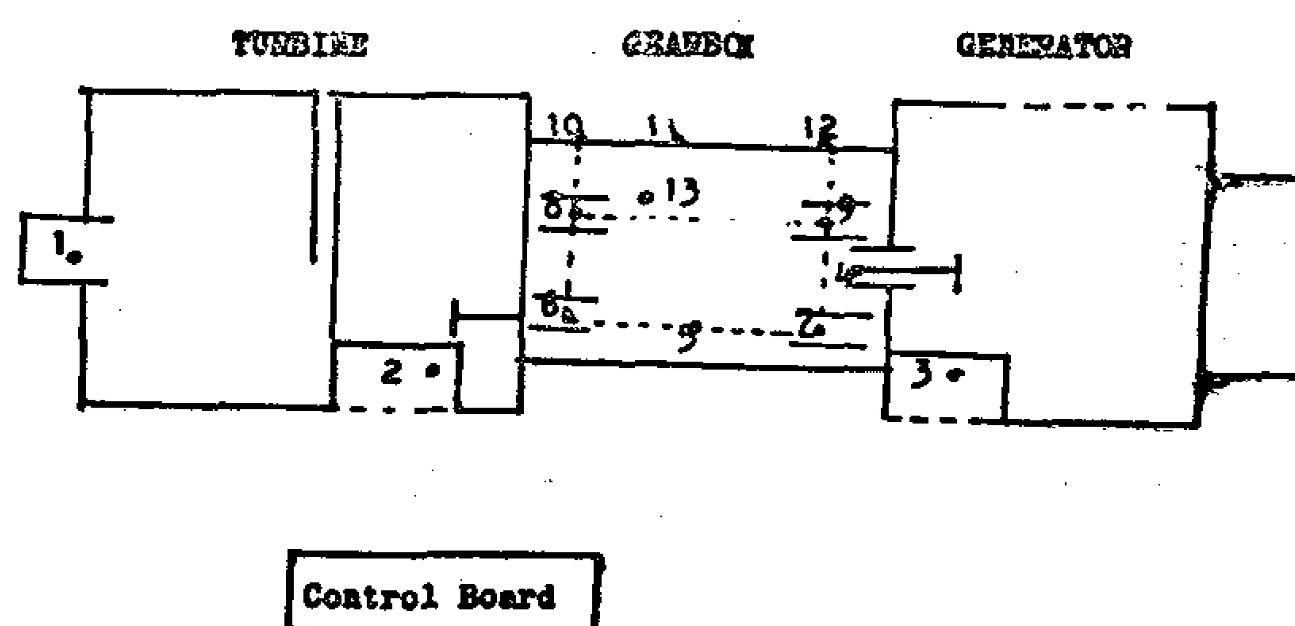


Fig.2 : Measuring positions for vibration measurements.

RESULTS and DISCUSSION :

The effect of the electric power (MW) of the unit on both the noise radiated and the vibration excitation was measured in order to choose the MW-value, at which maximum noise radiation and maximum vibration excitation occur. The A-weighted overall noise level L_A (dB(A)) as a function of the electric power(MW) was measured at the positions 1 and 3 (see fig. 1) facing the high pressure turbine and the gearbox respectively. The obtained results are represented in fig. (3). It shows, that L_A increases with increasing MW-value and maximum L_A value occurs at about 5 MW. It also shows, that the measured L_A at position 3 is higher than that measured at position 1.

tors and gear-boxes. On gear-boxes, a noise or vibration test may indicate, if they contain any inaccurately cut wheels, unbalanced driveshafts, faulty ball, bearings ...etc.

In the present work, acoustic and vibration measurements were carried out on a new 6-MW steam turbine at the request of the manager in the power station at Esco-company, Bahtim, Egypt. At the new power station, there are three steam turbines in a great hall, only one of them was completely built at the time of measurements and was operated for testing. These measurements aimed:

1 — To measure the overall noise level around the whole unit to find those parts of the structural configuration, which are the most effective radiators of noise. Also to analyse the noise to determine which frequencies are the most predominant ones.

2 — To measure the overall vibration level at different positions on the whole unit and to carry out frequency analysis of the vibrations in order to be able to predict the effects of vibrations on the mechanical structures of the power unit.

3 — In accordance to the results, ideas can be suggested to reduce the vibrational level and noise level radiated from the unit.

In steam turbine, as the present case, the speed is high, so that the application of reduction gears is unavoidable. Inspite of large power rating, the turbine is fairly quiet, making the reduction gear the most pronounced noise source in the propulsion plant as indicated by JOUGHIN(6). The noise produced by gears may be classified into two groups, namely; those characteristic of specific design and manufactering method and those generated by operation. The major frequency components in the noise spectrum of such gear are the tooth contact frequency and its harmonics, the natural frequencies of one gear wheels and of the system's gear-wheel shafts.. They may be modulated by any exciting frequency.

MEASUREMENTS :

Steam turbine power stations are used sometimes for its low fuel cost. The noise of the complete power plant comes from all the separated components including the turbine itself, low pressure turbine, high pressure turbine, gearbox and the generator. The last two components are the most important sources inside the 6-MW station. In the present work, both acoustic and vibration measurements were carried out at positions, at which high values of noise and vibration are believed to be given.

Acoustic Measurements :

According to the ISO-recommendation(7), the technique employed in such noise measurements depends upon the test site concerning the sound field, which may be either a free field or reverberant field. In the present case, the power plant under test is present in a hall of very large dimensions together with other two power plants of the same type, which are not yet completely finished at the time of measurements. Another test technique was used by PEDERSEN(8), which is more convenient for the present case, consists of placing the measuring microphone at a constant distance (e.g. 1m) from the unit and at a height about 1.3 m from the floor. The overall noise level as well as the frequency analysis were carried out at the positions illustrated in fig. (1).

NOISE AND VIBRATION MEASUREMENTS ON A NEW 6-MW STEAM TURBINE

By

Fathy B. Shenoda

National Institute for Standards, Dokki, Cairo, Egypt.

Abstract :

Acoustic and vibration measurements were carried out on a new 6-MW steam turbine in a power station at Esco-Company in Bahtim. The measurements showed a high overall noise level ranging from 87.0 dB (A) to 91.5 dB(A). It also showed, that the gearbox is the main source of vibration excitation and of radiated noise. The noise level as well as the vibration level were be found to increase with increasing the electric power of the power unit.

Noise and vibration frequency analysis gave spectral peaks at the low frequencies 50 Hz and 100 Hz, coinciding with those of the driveshafts of the gear train. Also a spectral peak at 1 kHz was observed, which is believed to be due to structural resonance or higher harmonic.

In accordance with the obtained results, some ideas are suggested to reduce the vibration level and noise level at the power unit.

INTRODUCTION :

Because a quiet product has distinct marketing advantages over its more noisy competitor, noise measurement have become more and more common in the production of machines. Also it is very often, that a particular mechanical defect in a machine, will produce a noise of a certain frequency and strength. Mechanical vibration in a structure normally occurs with a change in the forces applied to it. This change in the applied forces can have a periodic or nonperiodic character, depending upon its sources. If the change in forces and the number of force cycles applied is great enough, the structure may damage. Also the sound emitted by machines changes in both level and character as wear takes place and faults develop. Machines seldom break down or fail suddenly. Signs of impending failure often appear long before the occurence of a catastrophic failure. Normally, the sound level is low during the initial running-in period, then it increases very slowly as normal wear takes place and finally it increases very rapidly when a major failure appears to indicate the need for immediate replacement of vital parts.

Accordingly, acoustic and/or vibration inspection of a product are not only ensuring, that they meet stated specifications, but also allow a diagnosis of any faulty component. In addition, noise and vibration measurements have the advantage to be able to be carried out within a short time in comparison with the direct mechanical measurements. COLLACOT (1) studied the machinery fault diagnosis by means of sound identification. Also several authors (2-5) have found, that acoustic and vibration measurements are particularly effective as a fault diagnostic method for machines containing moving and especially rotating parts such as mo-

waway bottles, cans and other containers has contributed immensely tothe increase of solid waste.

Noise Pollution

Noise control is usually accomplished with three different approaches.

1. reduction of the noise at the source.
2. creating barriers between noise and source and people.
3. providing protective devices, such as ear muffs or ear plugs.

Conclusion :

Pollution as a social problem can be tackled with an input approach, an output approach or both, In fact the input approach is far more effective because by concentrating on the input side we not only reduce pollution but also ensure the wise use of scarce natural resources, especially the nonrenewable types.

Recycling :-

Recycling is the recovery of material from wastes created in manufacturing and consumption, for reuse in the production of new items- As we shall see, recycling promises to contribute a great deal, but it cannot be relied upon as the single or most effective approach.

Recycling is important because it can accomplish two things at the same time :

1. by removing reusable materials from wastes it reduces environmental pollution due to solid wastes.
2. by utilising recoverable materials as a production input it helps conserve poth nonrenewable resources and energy, and it is this factor that serieously limits the extent of its use.

REFERENCES

1. Kastaos N. Dervitsiotis "Operations Management" McGraw Hill International Book Company.
2. Joseph G. Monks "Operations Management" Theory & Problems McGraw - Hill KogaKusha, LTD.
3. ...Riggs, Bethel,. "Industrial Organization & Management" McGraw - Hill Kogajusha, LTD.

TABLE -1- POLLUTION CONTROL

Inputs	Process	Output
Elimination of wasteful inputs, reducing flow of matter and energy thro' system	Design of a process that minimizes the generation of pollutants: . New automobiles . New air-craft engines	Remove of pollutant or reduction of its concentration at emission source. sewage system. smokestacks Exhaust pipes.
Selection of inputs that contain or produce less pollutant . Low-sulfer oil for power plants . Degradable or recyclable packaging materials . Natural gas for energy	Replacement of existing process with less polluting one Modernization of process to increase thermodynamic for improved energy utilization.	Removal of pollutant or reduction of its concentration in the environment (air, water or soil) Treatment of pollutant to make it less harmful
Removal of pollutants from the inputs before use. e.g. sulfar from coal or oil		scheduling discharge of effluents to minimize pollution impact

1. The natural environment is finite.
2. Operations management can reduce the amount of polluting wastes discharged in the environment through preventive measures (Improved product & process design) and through recycling and treatment.
3. Operations management can assist in the improved utilitation of natural resources through improvement in product design, selection of more efficient processes and recycling.

In addition, it is also important to consider significant interactions of operation management with other parts of the environment such as the economy and the value system of our culture.

Environmental Impacts Of Product Design

In order to use natural resources wisely and reduce pollution and waste, what is produced must have a longer life. The imlication of this to operations management concerning product design are the the following :

1. Products must be designed with high built-in quality rather than built-in obsolescence. This in turn will require better materials, smaller tolerances in component parts to be assembled, better workman - ship and a more thorough effort in quality control.
2. Emphasis must be on easy and low-cost maintenance than easy replacement.
3. Reliance must be on materials and product components and packaging that can be recy cled economically.
4. A more limited range of design style must be oriented primary toward human needs rather than human wants.

Process Design and environmental Pollution

In this section we take a closer look at the various forms of environmental pollution (water, solid waste, air and noise) and examine how operations management can contribute to their abatement and control.

Water pollution

Resources of water pollution are : Oxygen - demanding wastes; Disease causing agents; sythetic organic compounds; plant nutrients; Inorganic chemicals and mineral substances; sediments; radioactive substances and thermal discharges.

Treatment of water pollution

The common types of industrial waste undergo sewage treatment. Primary treatment involves screeing the solid waste and gravity settling of the particulates in the effluent. Secondary treatment relies on biological and bacterial action to achieve the desired degree of oxidation of the screened primary waste.

Tertiary treatment when employed is intended to remove the phosphates and nitrates, this treatment is carried out through extensive aeration of the water. Instead of aeration this stage sometimes involves filteration over a bed of natural rocks and sand or even charcoal.

Air pollution

Air pollution the form of dis ruptive elements, exhaust gases and particulates can be cleaned either by being blown away to another area or by the particulates setting out, thus polluting the ground. The main aproaches for treatment of air pollution are :

1. improving the combustion process.
2. filtering
3. scrubbing
4. chemical treatment of the emissions.

Solid Waste

Much of physical output of production system after its intended use or consumption ends up as solid waste. Even though the solid - waste problem is complex and will require a combination of approaches, operations management can genuinely assist in its solution in several ways. In the product - design phase we noted how recycling could reduce solid waste by making ecologically sound decisions with regard to the selection of raw materials, modular-component design and packaging materials. The desision to switch to thro-

ENVIRONMENTAL POLLUTION :

Equally alarming and perhaps more apparent than them problem of resource depletion is that of environmental pollution. A production process may alter the natural environment by wastes that pollute the ground, the water, and the air. singly or in combination. Noise, thermal ,and radiatoin pollution adversely affect various forms of plants and animal life.

CAUSES OF POLLUTION :

The present level of environmental pollution is attributed to the following factors :

1. The population explosion and its concentration patterns.
2. The unprecedented affluence of industrialised countries.
3. The development of new technologies, some of them faulty.
4. The inability of our economic system to evaluate the impact of ecological disruptions adequately.

A revised Operations system

If operations management is to be effective in the future, it must rely for its decisions on a framework that will assist in achieving a proper balance between profitability and concern for the environment In terms of the preceeding discussion on the importance of resource depletion, such a framework must allow for an evaluation in general terms of the environmental impacts produced. Fig. (1) shows this view.

This revised input-process-out representation brings out the following points explicily :

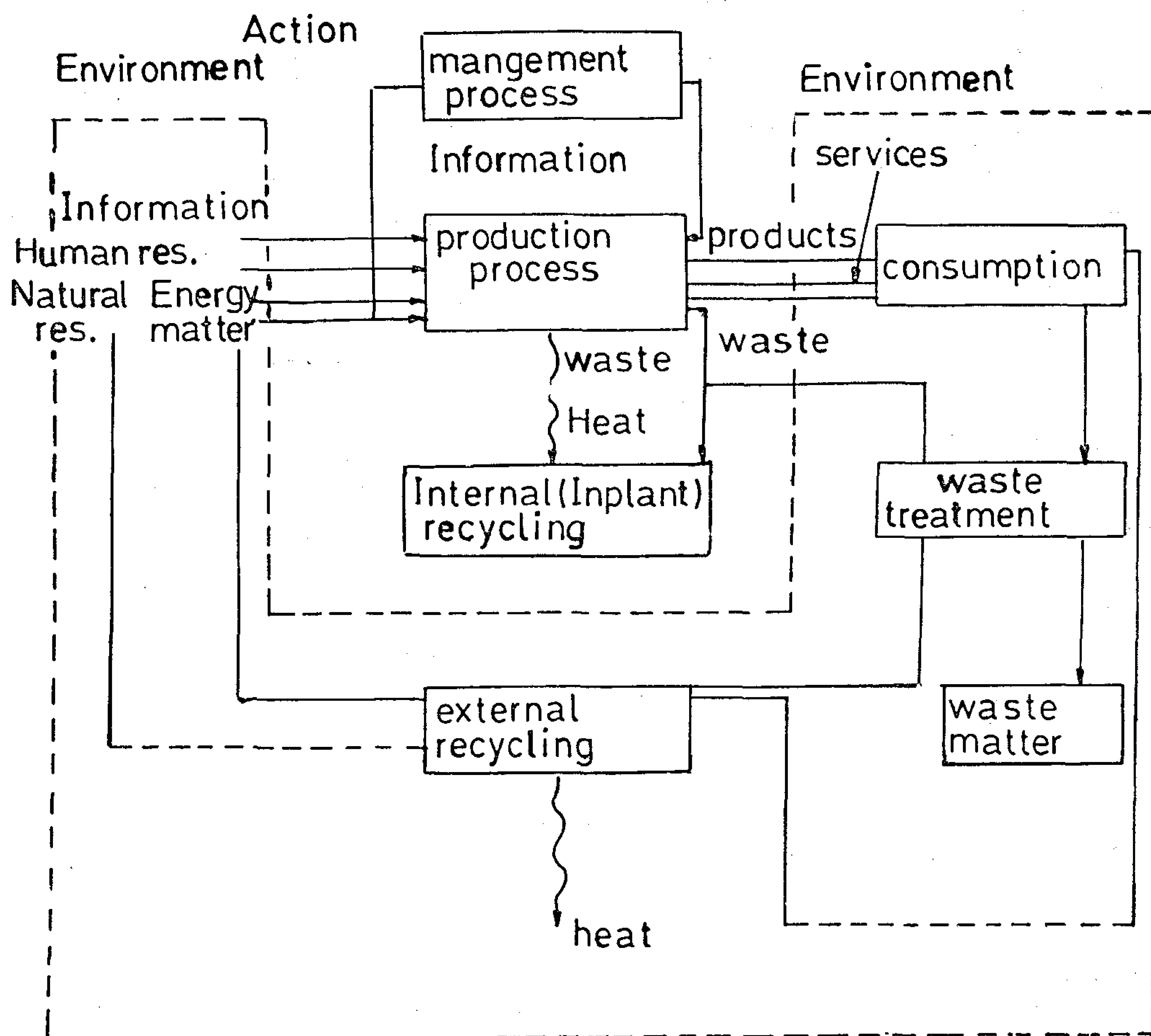


Fig.(1)

OPERATION MANAGEMENT AND ENVIRONMENTAL IMPACTS

Dr. Mohamed Elhadi Zakzouk*

ABSTRACT

An effective attack against the problems of unwise rescurse depletion and environmental pollution is a complex problem. The effectiveness of such policies depends on sound decisions with regard to all interacting factors, i.e. population, consumption percapita, and technology.

Operation management can play a significant role in an effort. Through correct decisions in product design, process design and plant location, operations management can excercise considerable concontrole for example on the input side, resource deletion can be controlled through appropriate selection of raw materials, sound product design, and efficient technologies that do not result in wasted energy or exercise scrap losses. On the output side, pollution can be partially controlled through improved product and packaging design tighter standards, incorporation of anti-pollution devices and the selection of cleaner technologies with regard to water, air, noise and thermal pollution.

INTRODUCTION

In recent years we have seen increased air, water and land pollution combined with higher prices/or shortages of critical materials and energy. These have made industrialised societies aware of the danger of assuming no limit for supplies of natural resources or the envirnmental's capacity to obsorb wastes. The need to revise our view of operations systems is a conclusion drawn from our general discussion of the factors that have caused these developments. These factors are examined in detail in the following discussion.

ANALYSIS :-

Operation management is confronted the traditional problmes of design, planning, and control, but these problems must now be solved in a new context. The new reality assigns high priority to the need for managing private operations systems with a strong concern not only for profitability but also for the integritmy of an environment threatned by pollution and source depletion.

DEPLETION OF NATIONAL RESOURCES :

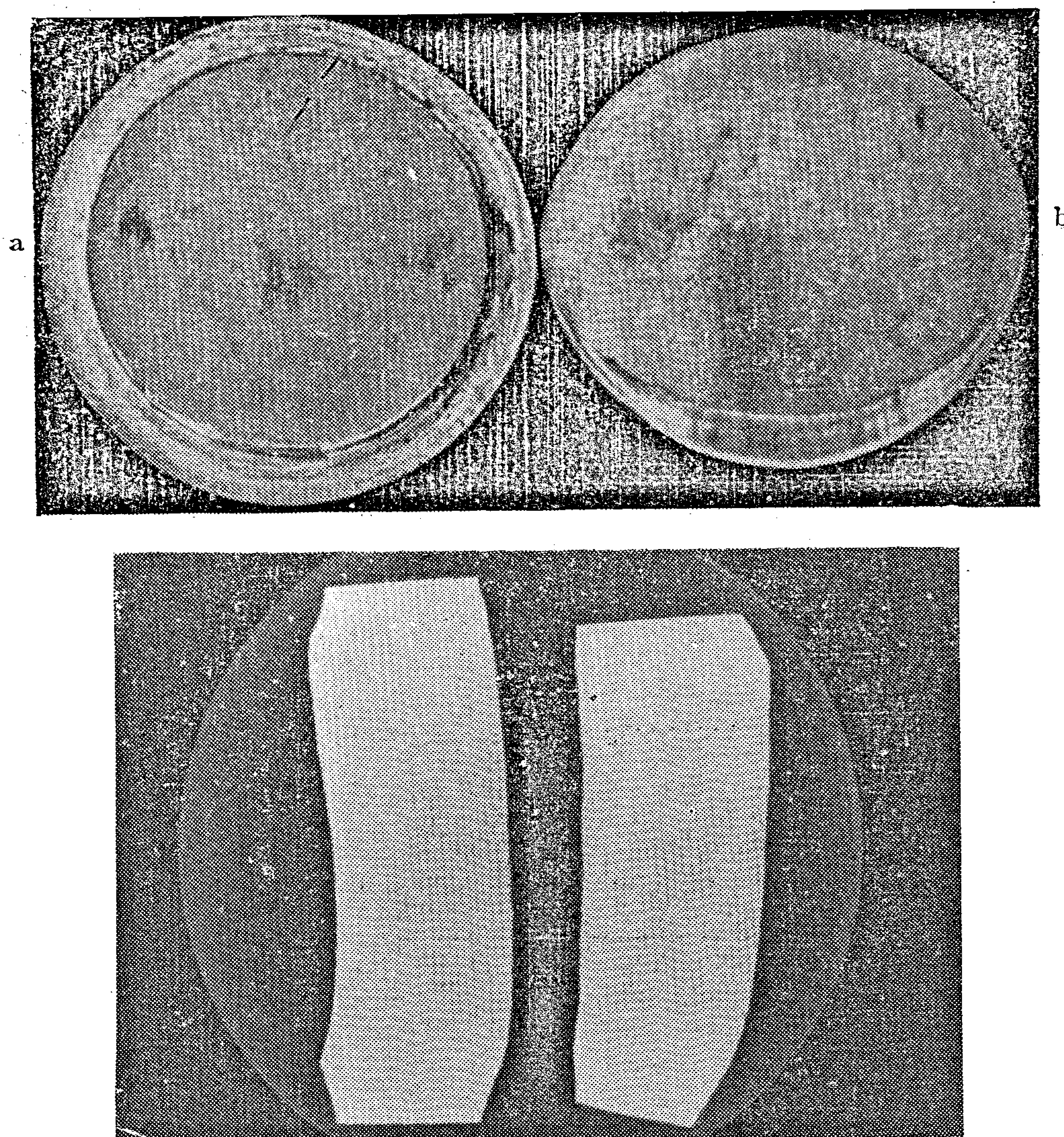
Until a few years ago most planning effort did not take into account the extent of a natural resource base. The varity of input to production activities were assumed to be derived from almost inexhaustible reserves of energy, raw materials and other resources. The limits of resources available on our planet are indeed finite and may be reached much sooner than anticipated.

CAUSES OF RESOURCE DEPLETION

There is considerable agreement among experts the most serious contributing factors to the rapid and sometimes unwise depletion of natural resources are three :

1. The population explosion.
2. The increase in our standard of living.
3. Tehnological advances.

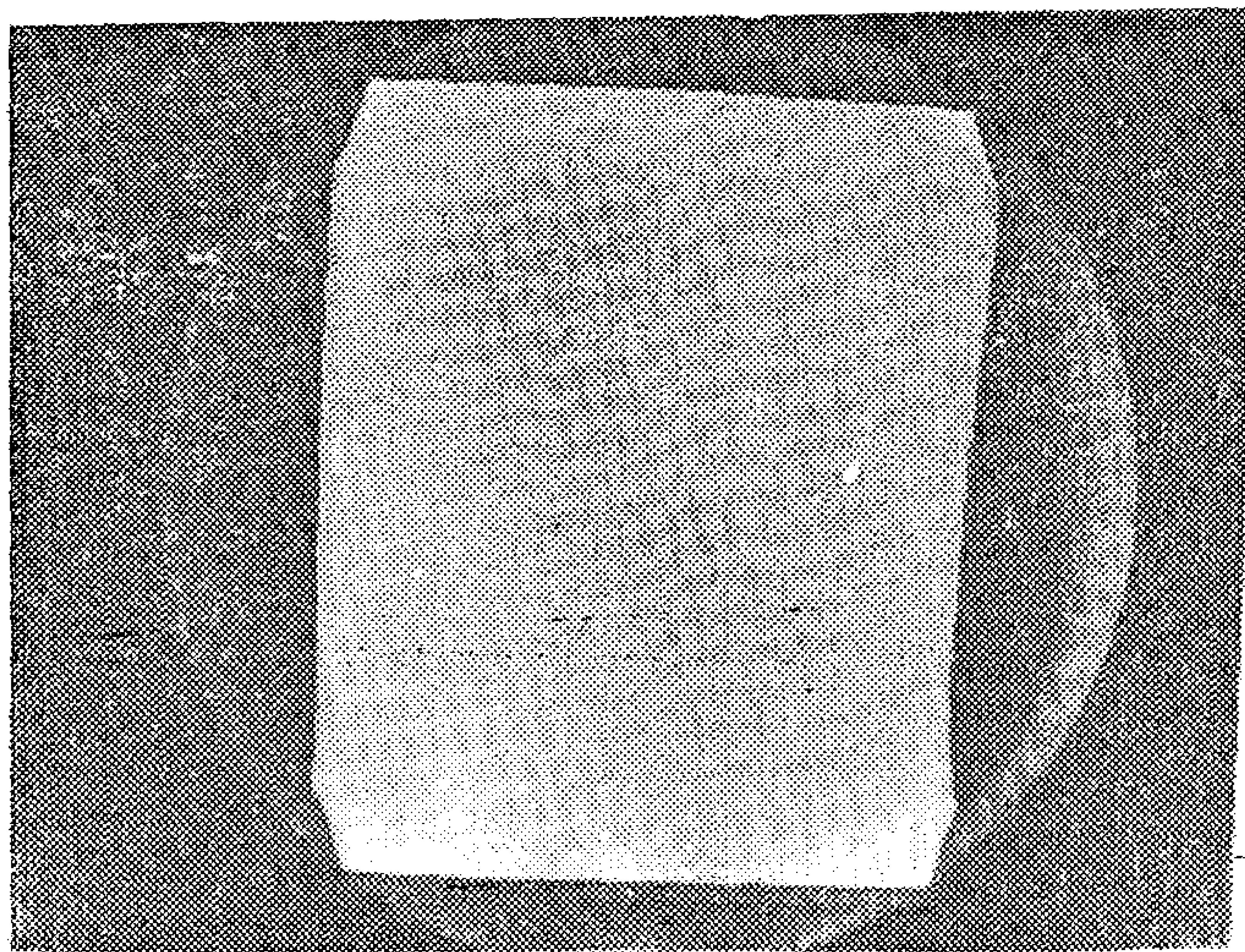
*Dr. M. Elhadi Zakzouk associate professor - Facult of engineering and technology Helwan - Helwan University.

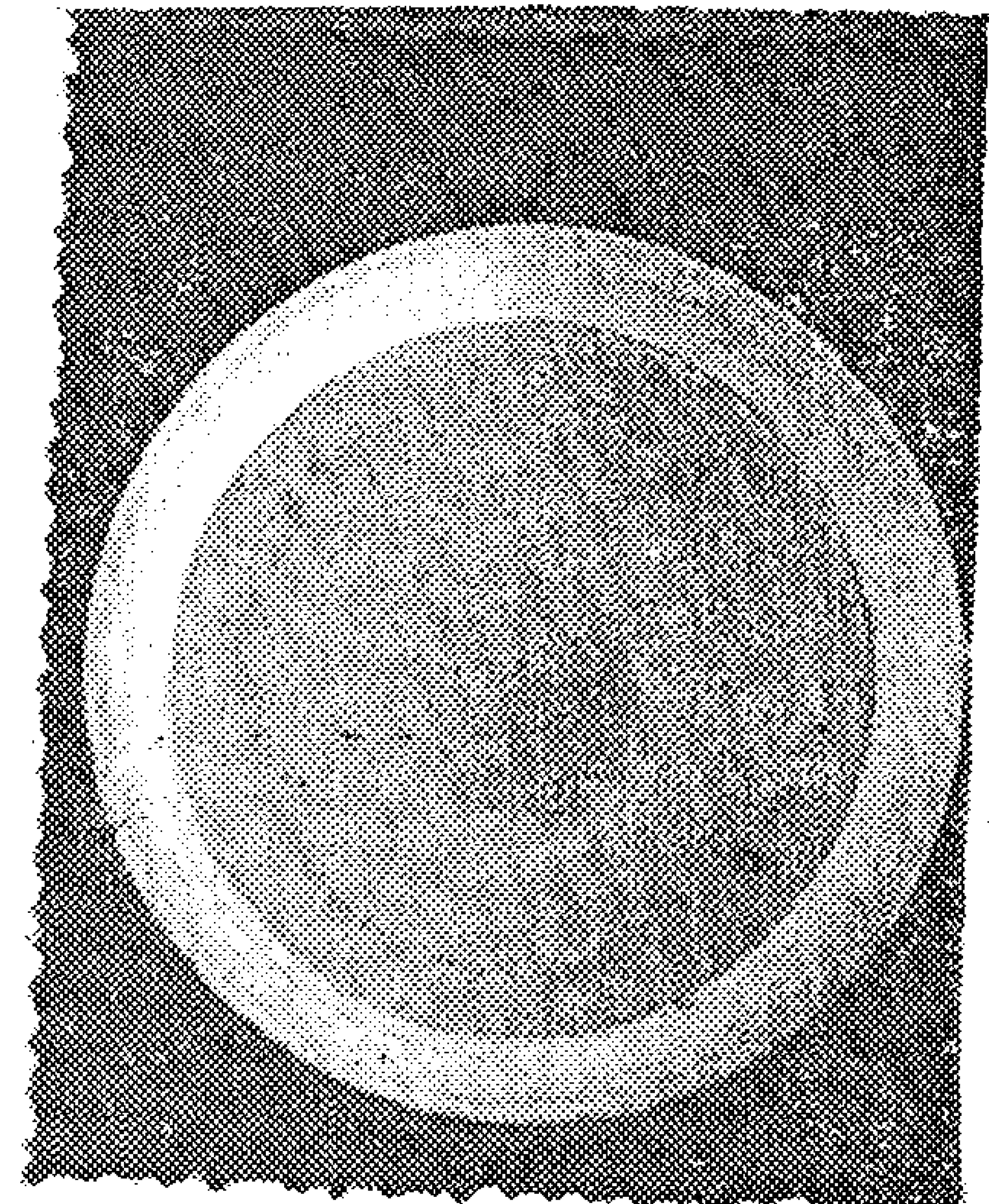


bar condition	Δ mm	δ mm	f mm
grooved bar	0.0	0.42	1.13
ungrooved bar	5.0	1.3	0.7

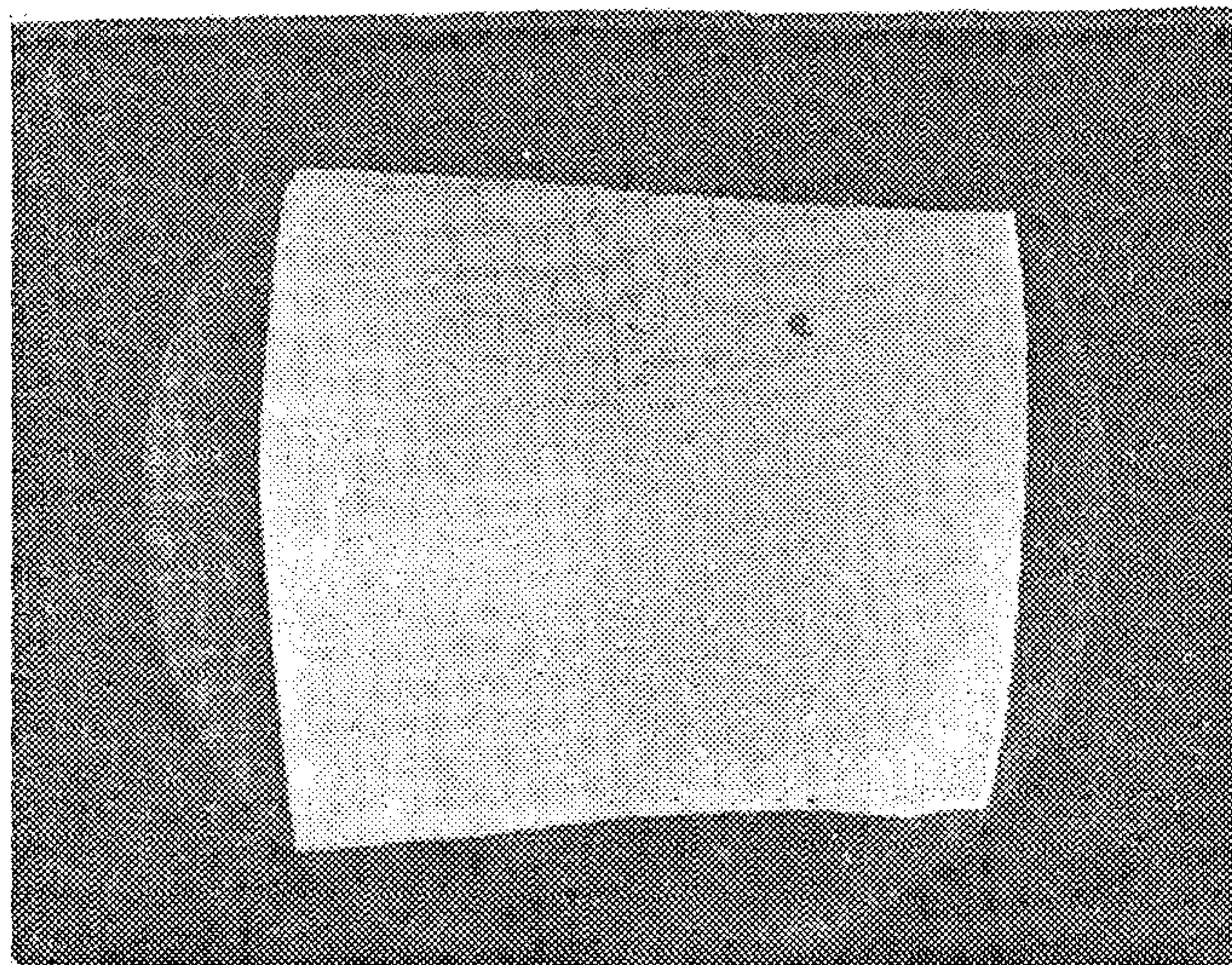
Bar diameter, 25.4mm
Bar material, En8

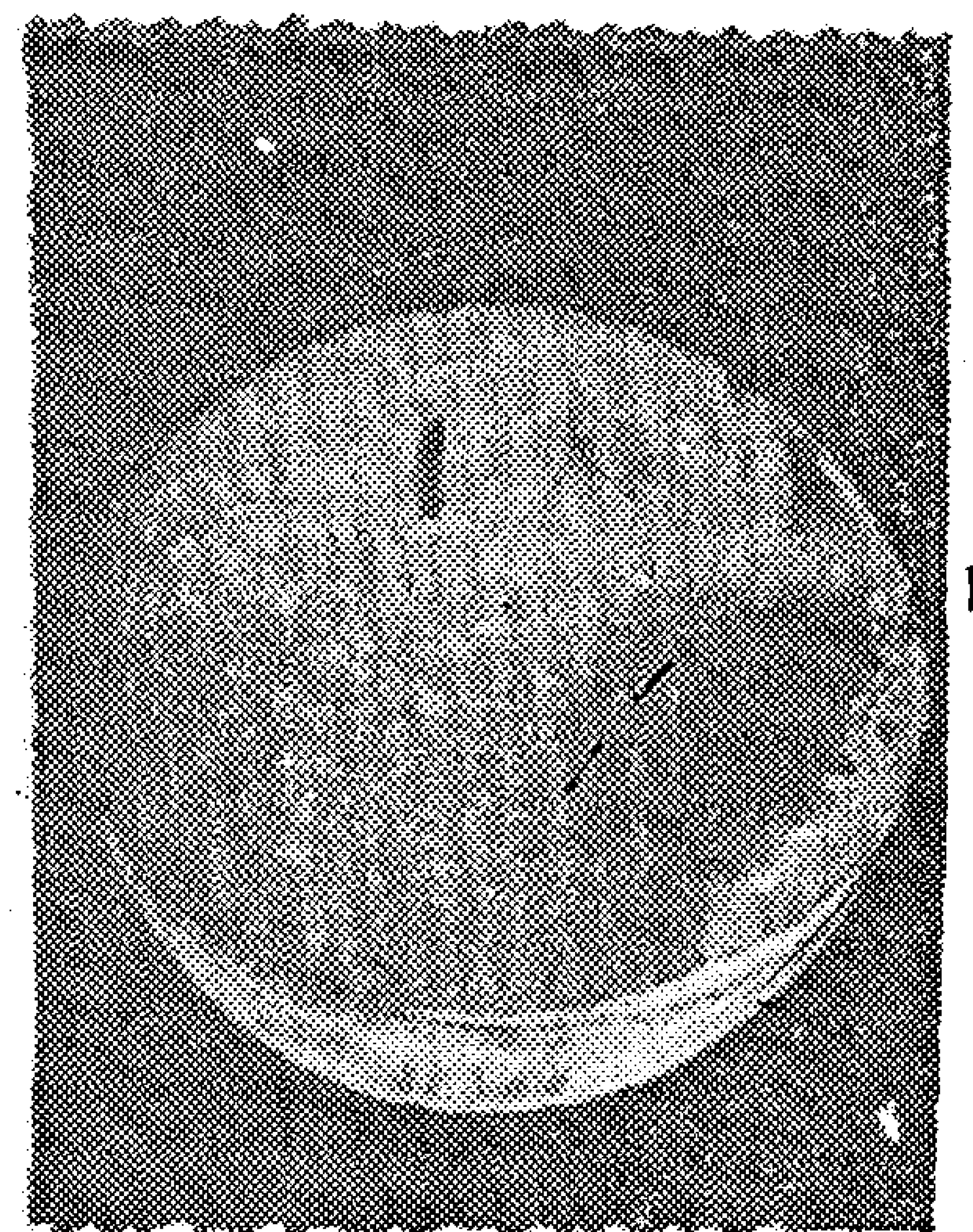
Figure 10 . Comparison of billet defects, length / depth ratio=0.32
a- grooved bar
b- ungrooved bar



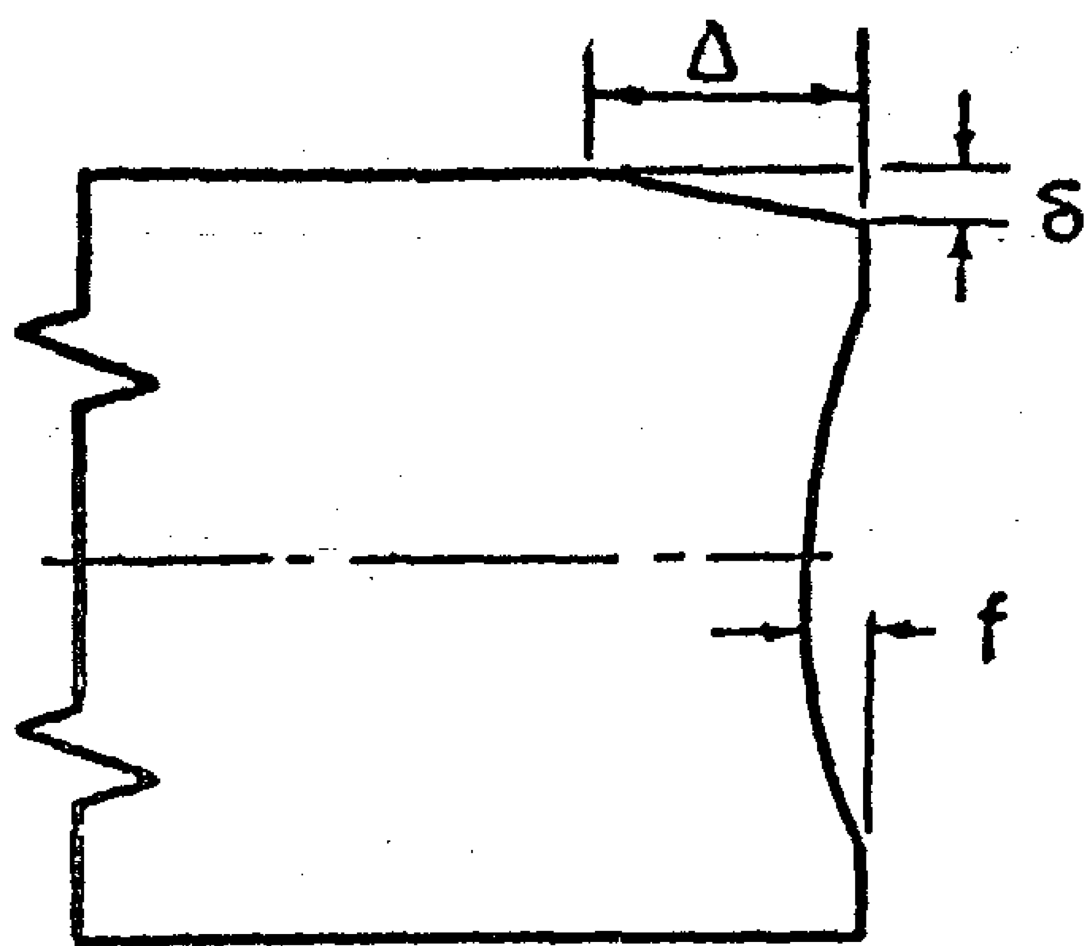


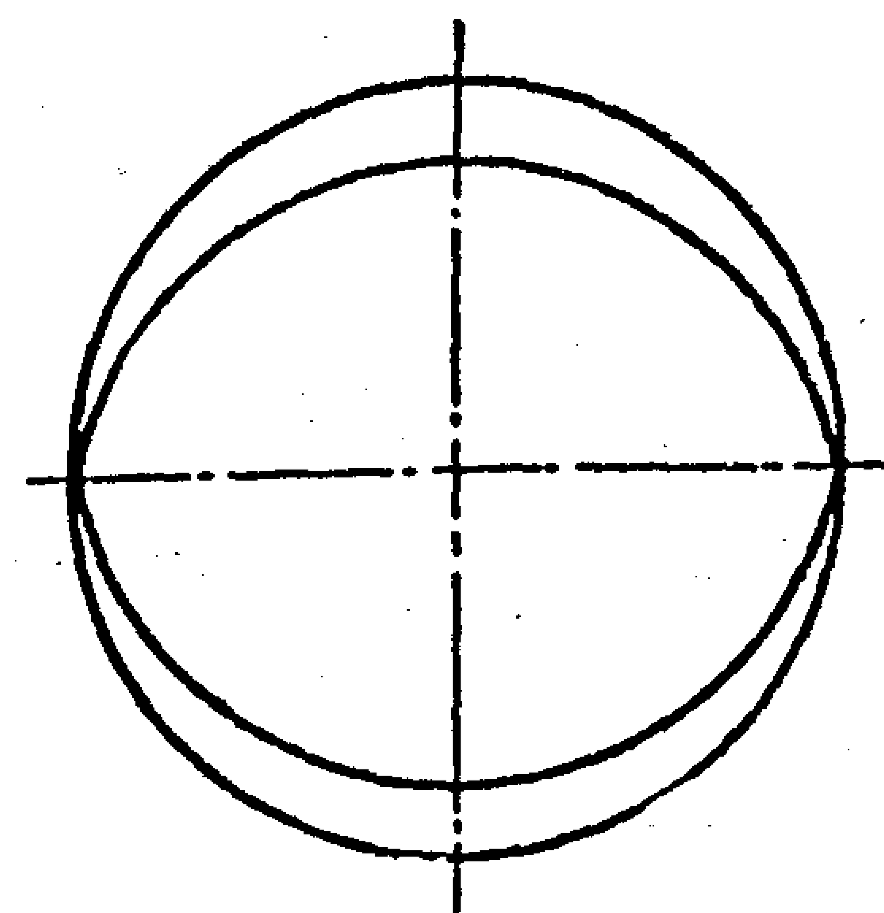
a





b





bar condition	Δ mm	δ mm	f mm
grooved bar	15.2	0.7	0.56
ungrooved bar	21.0	2.0	1.24

25.4mm

Bar diameter, 25. 4mm

Bar material, En8

Figure 9. Comparison of billet defects, length/depth ratio = 1.
a — grooved bar, b — ungrooved bar.

in terms of the drawn-in depth, and lower tool penetration to achieve a fracure type seperration of the cropped section. Figure (7) shows the general pattern of hardness dstribution in the near vicinity of the produced groove with maximum relative hardness of 1.28. The quality of billets cropped under similar conditions for two different length to depth ratios, 1 and 0.32, is presented in figures (9) and (10) respectively. The figures show a comparision between billets cropped from grooved and ungrooved bars of the same material, En8. The geometrical features of the billets are taken as the basis for comparison. These features include: drawn-in depth (ϱ), drawn-in length (Δ), maximum depression on the cropped face (f) and the ovality of the cropped face.

As shown in the table accompanying figure (10), all these parameters are lower for the case of cropping grooved bars. An examination of the previous results indicates that the billet quality in terms of cross-sectional distortion or ovality improves significantly when cropping bars with a (v) notch produced by the proposed apparatus.

Conclusions :

1. "V" shaped notches of different wedge angles are introduced on bars periphary using three-rollers arrangement. The arrangement is designed to accomodate different bar sizes and grooved rolls for different notch dimensions.

2. In the arrangement there is a primary roll, responsible for introducing a (V) shaped notch on the bar periphary, the other two are refered to as supporting rolls which provide a mean of restricting the bulge height and flatening of the extruded material, providing a very close dimension control for subsequent cropping operation.

3. Experimental bulge height is found to be less than theoretical values due to the pressure exerted by the fixed rollers and an increase in friction will increase the material's resistance to flow along the wedge enchancing bulge formation.

4. The following advantages has been put into use in the design of the apparatus :

   a- Stress concentration at a notch root leading to early initiation of cracks.

   b- The reduction in the cross-sectional area of the cropping plane due to metal extrusion.

   c- The work-hardening of a small area surrounding the produced groove.

Due to the above advantages it has been shown that the quality of cropped billets in terms of cross-sectional distortion or ovality improves significantly when cropping bars with a (V) notch on its periphary produced by the proposed apparatus.

REFERENCES

1. Widmont, J. C. The cheapest cold forming slug, Metal-Working production. Dec. 1961, p. 78.

2. Beckhtar, F. and Austin, E.R.. Relative economics of conventional and high strain-rate forming. Int. J. of M.T.D.R., vol. 5, 1965, p. 139.

3. Organ, A.J. Economic aspects of metal billet production. 9th Int. M.T.D. R. Conf. Birmingham. 1968.

4. Ahmed, M.H. A study of the multiple cropping process. Ph. D. thesis, Dept. of Mech. Eng., University of Birmingham, 1978.

5. Hill, R. The mathematical theory of plasticity. The Oxford University press, 1950.

TABLE (2)

wedge angle γ°	h_1/h_0		L/h_0	β°	P/2K	P(KN)	
	Ex.	Th.				Ex.	Th.
30	-	0.21	-	5.5	1.1	-	-
45	0.17	0,28	1.5	10.5	1.18	22	21.8
60	0.22	0.34	1.75	17.5	1.31	25	24
120	-	0.46	-	50.5	1.88	-	-

Ex. :experimental.
Th. :theoretical.

5.2 Influence of friction on bulge height

The above analysis relates to frictionless wedge surface. In the presence of coulomb friction theoretical allowances can be made by drawing similar slipline fields in which the slip-lines meet the wedge face at an angle equal to $\frac{1}{2}\cos^{-1}$ $\mu q/k$, where k is the shear yield stress, q is the interfacial pressure and μ is the coefficient of friction. In the limiting condition of sticking friction the shear stress at the interface is equal to k and the sliplines are tangetial and normal to the wedge face. However, it can be recognized that in the presence of friction the flow of metal along the wedge face will be impeded, thereby reducing the height of the bulge and flattening it.

5-3 Influence of strain hardening and elastic distortion on bluge height

If the material strain hardens, the shear yield stress will increase as shear deformation takes place. It is, therefore, expected that the shear lines will be broadened and the deformation will extend further. This may cause shear to occure on a slightly larger path just outside the deformed zone. The bulge becomes flatter and the depth of deformed zone beneath the wedge will also be greater.

It is recognized that in most metal forming processes there is a substancial elastic deformation. It may be expected that there will be a zone of elastic distortion extending ahead of and beneath the wedge faces. This will have the general effect of increasing the size and extent of the bulge during passage of the wedge but subsequently reducing the depth of the groove.

5.4 Effect of bar grooving on billets quality

It has been shown(5), in connection with bar notching, that the cropping load may be reduced by 17% and 30% for notch depths of 1 mm and 2 mm respectively, while the associated energies may be reduced by 27% and 40% respectively. This reduction of loads and energies may be attributed to the following :

a, the stress concentrations at the notch root leading to early initiation of cracks. A crack may even initate at the notch root during the grooving process, as shown in figure (6), using wedges of 45° and 60° total wedge angle.

b, the reduction in the cross-sectional area in the cropping plane due to metal extrusion.

c, the work-hardening of a small area surrounding the produced groove due to metal extrusion requiring less distortion,

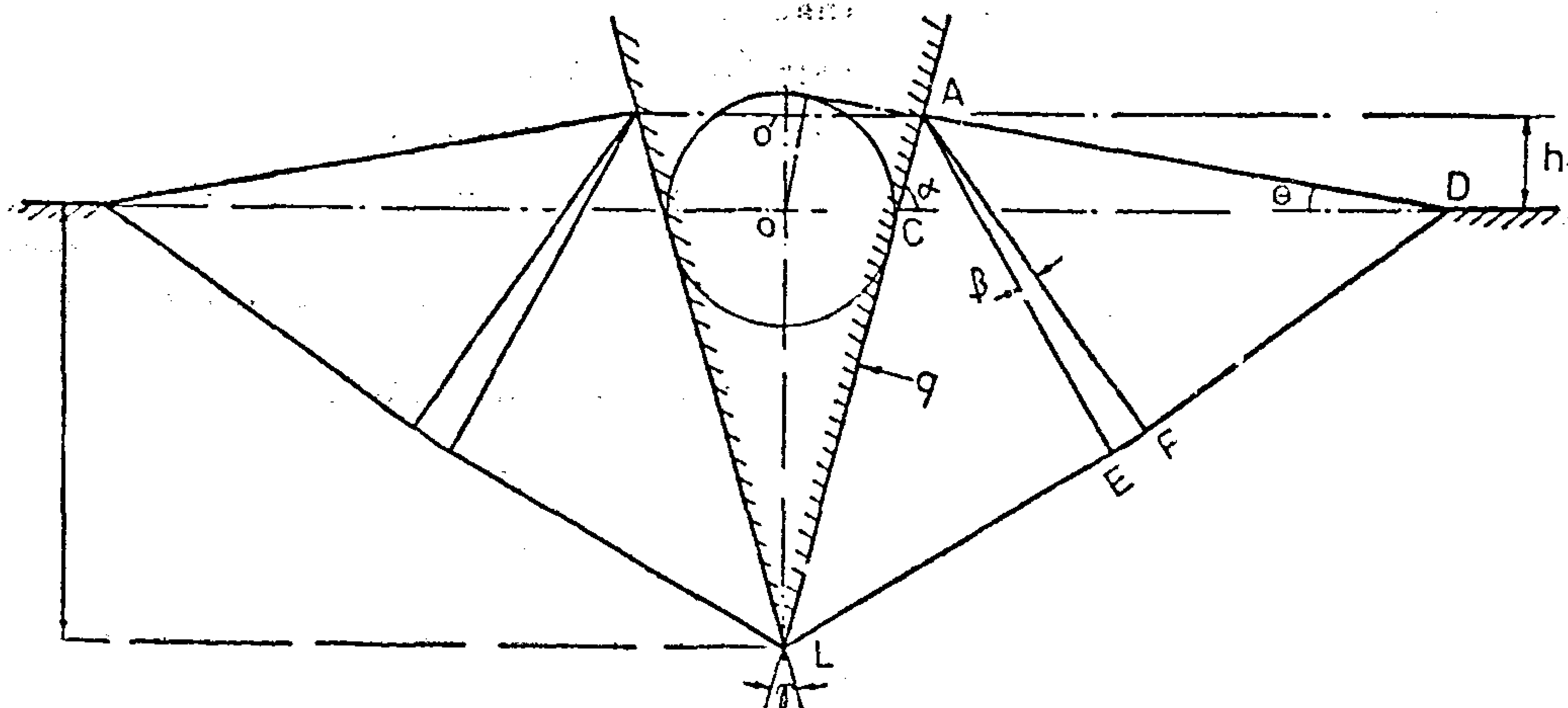


Figure 8. The slip-line field for bulge formation with construction lines

will also increase, in accordance with the geometrical relationship AD = AL, or

h_1 coses $\theta = h_0 + h_1$) cosec α (1)

From figure (8) it can also be seen that

$\beta = 90 - \theta - \alpha$ (2)

β will thus be equal to zero when

$\alpha + \theta = 90^\circ$ (3)

Under steady state conditions, if no frontal bulge is formed or if a bulge is formed initially but remains thereafter at a constant size, all the metal displaced must appear in the lateral walls. If the wedge shown in figure(8) is regarded as being a representation of the transverse section the volume displaced during unit distance of movement normal to the plane shown will be 2CLO. This must be equal to the volume appearing in the lateral walls, 2ACD. This is exactly analogous to the situation envisaged in bar grooving and the slip-line field shown in this figure is thus equally applicable. The field in figure(8) can thus be divided into two portions by the line LEFD. The metal above LEFD can be regarded as rising to increase the bulge size, while that below is distorted by shear but not extensively displaced. It is anticipated that the wedge angle (γ) will play an important role in the form the metal is displaced. As (γ) decreases (α) increases and β will approach zero (equation 3). In this situation the whole zone above LEFD will be rigid and a major change of flow pattern is to be anticipated. The theoretical effect of the wedge angle on bulge dimensions and the pressure on the wedge faces is summarized and compared with experimental values in table (2).

The stress solution is obtained as follows : at a free surface AD in figure(8), there can be no normal stress, so $\sigma_3 = 0$, and the hydrostatic pressure (p) must then be equal in mangnitude to the shear stress (k). The pressure on AF is therefore k and on AE is

$$P_{AE} = P_{AF} + 2K\phi$$

$$= K(1 + 2\beta)$$

This is also the pressure on AL, so the mal to AL is
major principal stress σ_1 = q acting nor-

$$q = K + P_{AE}$$

$$= 2K(1 + \beta)$$

The indentation pressure (p) is given by

$$P \cdot 2\acute{O}A = 2q\ AL \cdot \sin\gamma$$

$$P = 2K(1 + \beta)$$

$$P/2K = 1 + \beta$$

material are known. Table(2) shows the variation of maximum load with wedge angle as found by experiment and compare them with theoretical values based upon the theory of bulge formation using frictionless wedge indentation analogy(5). The table also shows a comparison between measured and theoretical bulge dimensions.

General groove profile produced by three roller arrangement

wedge angle	60°	45°
h_1 / h_o	0.22	0.17
L / h_o	1.75	1.5

Figure 7. Hardness distribution in the vicinity of a (v) notch.
Basic hardness (1)=243 kg/mm2

4.2 Determination of bulge height :

Fgure(7) shows a typical bulge profile recorded from enlarged photographs of cross-sections of grooved bars. It was found for all conditions that the bulge height increases with the wedge angle. Mean values of bulge height were obtained from bulges on both sides of the grooves. These values are compared with theoratical predictions, table 2. It is seen that the theoretical values exceed the experimental values. The pressure exerted by the fixed rollers and an increase in friction will increase the material's resistance to flow along the wedge face and accordingly will enhance bulge formation.

5. Theoretical Analysis :

5.1 Slip-line field theory for metal displacement in bar grooving

When a smooth wedge-shaped indenter enters a semi-infinit block, the material is displaced upwards in the immediate vicinity. The theory of bulge formaton in sheet or strip drawing is based on analogy with frictionless wedge indentation. This also provides a convenient starting point for the present analysis.

Figure(8) shows the appropriate slip-line field suggested and verified by Hill(5). As usual in slip-line field theory, the problem is simplified initially by assuming the metal to be homogeneous, isotropic, rigid-plastic and non-hardening. The effect of strain-hardening and elastic deformation can be discussed seperately. In figure(8) since the surface of the wedge is smooth, the slip-lines must meet it at 45°, defining a triangle ALE. The slip-lines must also meet the free surface at 45°, defining a triangle ADF. An obvious construction is to make AD = AL and to join these triangular regions by a fan of an angle β centered at A. The later condition gives a simple field conforming with the stress boundary conditions that the slip-line meet the friction-less wedge face and the free surface at 45°. The value of β may easily be found graphically from the condition that the areas OAD and OAL must be equal for an incompressible material as follows : the perpendiculars from o onto these sides must be equal. A circle is drawn with centre o, and tangents are then drawn to this circle until one is found such that the intercept AD is equal to AL. From figure (8) it can be seen that as h_1 increases the angle Θ

first phase the curve is linear and the load increase in direct proportion to the penetration. Throughout this stage the penetration by the wedge displaces material sideways and upwards along the sides of the wedge figure 6, and forms a pair of lips. Further penetration, at a certain bulge height, causes the fiexd rollers to exert pressure on the extruded material causing rise of the slope of the load-displacement curve. The fixed rollers provide a mean of restricting the bulge height and flatening of the extruded material takes place, as shown in figure(7), providing a very close dimension control for subsequent cropping operation. This particular observation leads to the conclusion that it is possible to predict fairly accurately the maximum load required to produce a (v) groove of certian dimensions on a bar periphary, provided the wedge angle, the yield stress of the material and the coefficient of friction between the wedge and

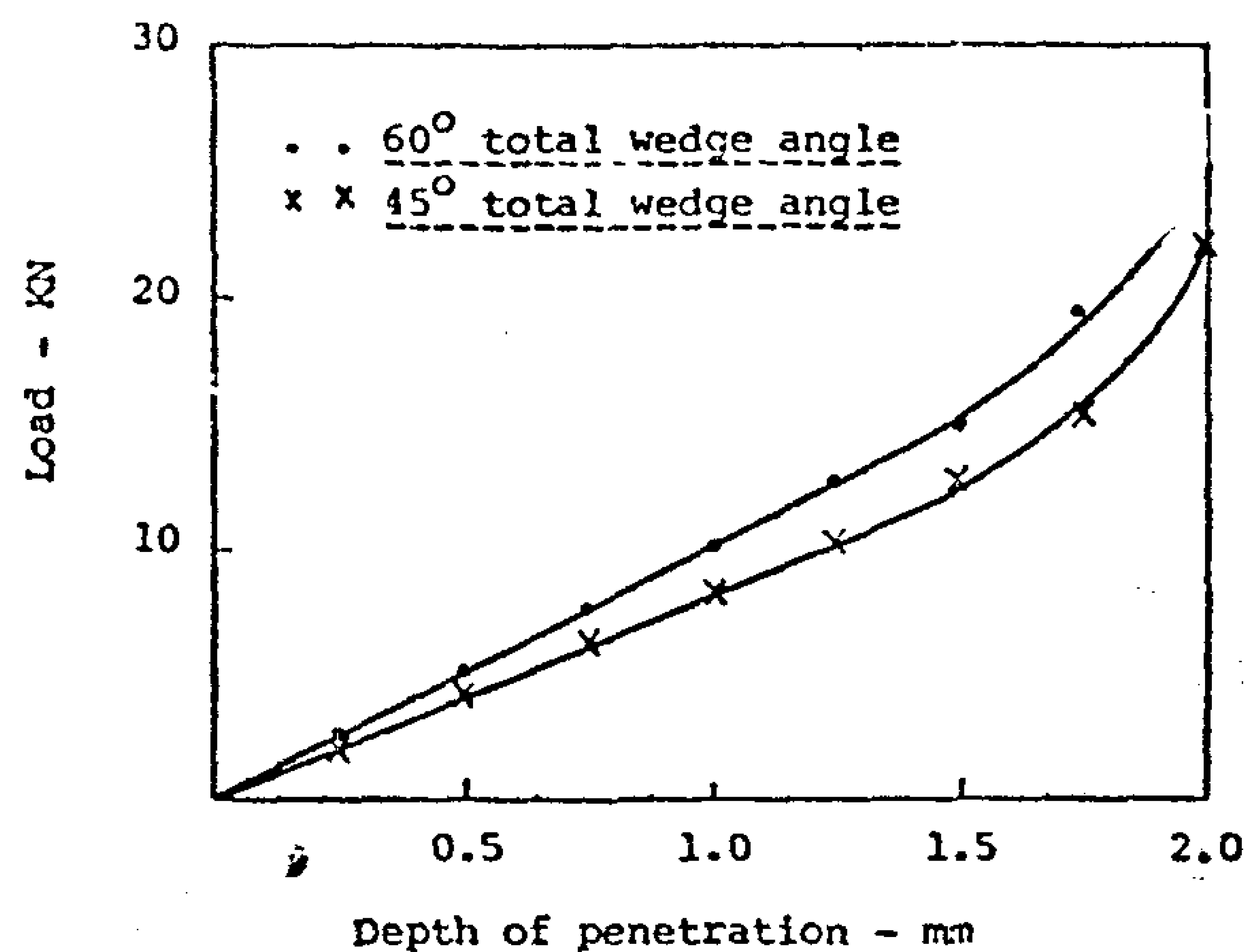


Figure 5. Normal grooving load versus depth of penetration

(a)

(b)

Figure 6. Metal displacement and groove formation using three roller arrangement.
a — 60° total wedge angle.
b — 45° total wedge angle.

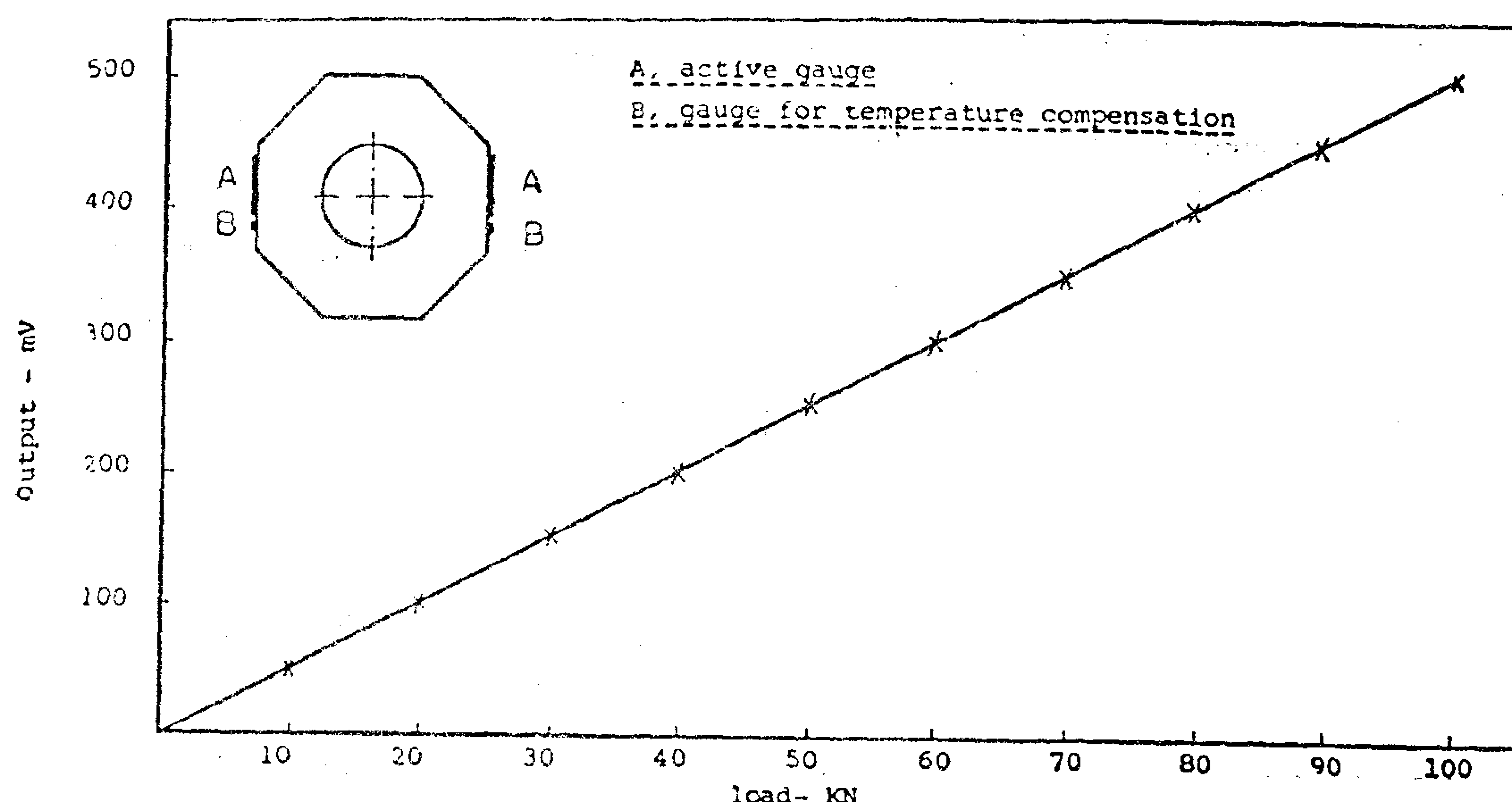


Figure 3. Load cell calibration chart

3. Test material :

The material under investigation is En 8 steel. The material was supplied in the form of bars 25.4 and 37mm diameter and 10 feet long. The chemical composition of each bar is given in table (1). It was desirable to work with this material in the bright drawn condition at a strength level of 680 N/mm2 and at a hardness level of 243 kg/mm2. Figure(4) shows the material's microstructure revealed by optical examination of polished and etched microsections of the tested bar.

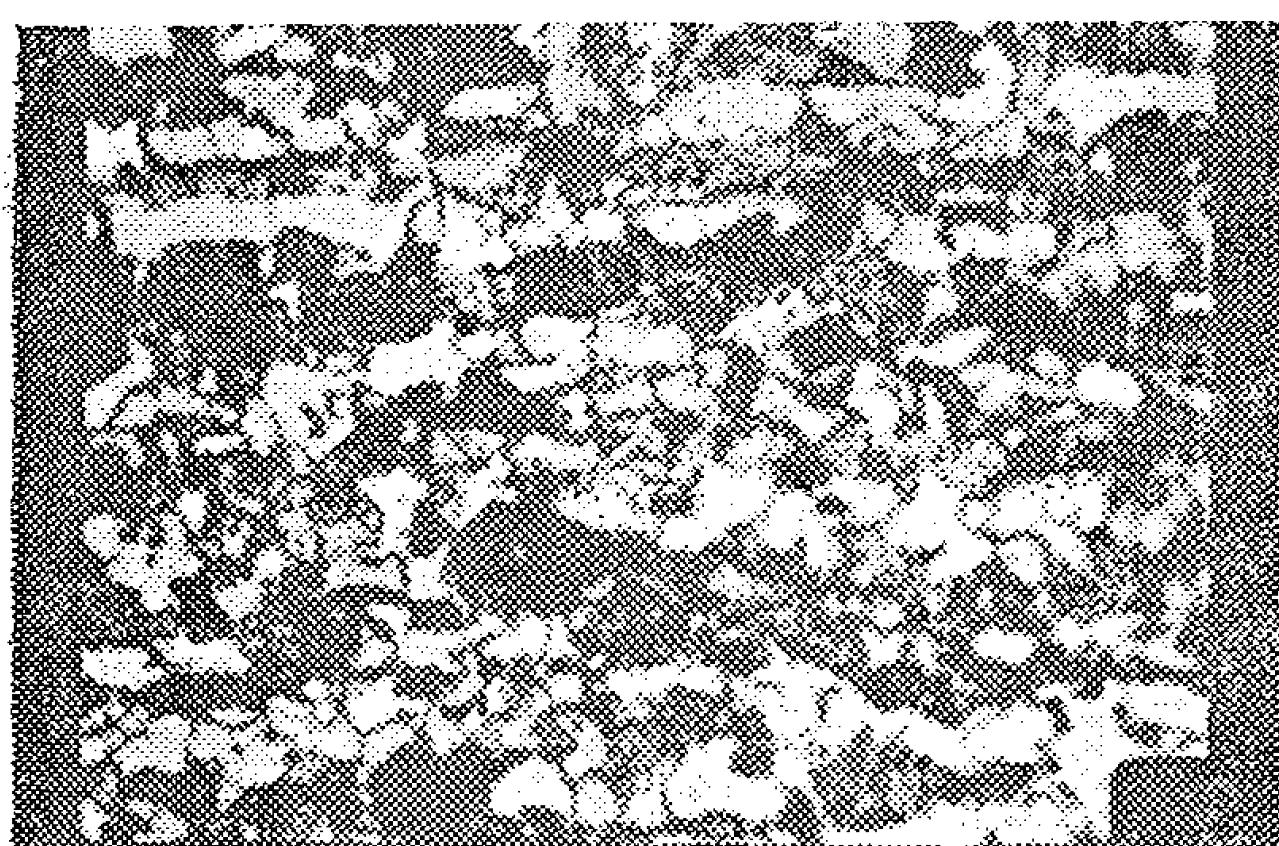


Figure 4 : Microstructure of test bar; etchant 2% Nital.

Bright Drawn En8 Steel

Table (1) Chemical Composition (%)

C	Si	Mn	S	P
0.37	0.20	0.75	0.06_{max}	0.06_{max}

4. Experimental procedure and results

Strain hardened commercially bright cold drawn En8 steel was used through the experimental work since it provides a convenient approximation to the non-hardening material assumed by the theory of slip-line field. The applied forces were measured by the load cell shown in figure(2) and curves for load against penetration depth were produced. All rollers were made from En 32 B steel, case hardened to a depth of lmm.

4.1 Load-displacement and derived curves

In these experiments the quantities measured were the normal grooving loads and the simultaneous readings of vertical displacement. One example of the series of results obtained is given in figure(5), showing the relationship between the normal grooving load and depth of penetration for wedges having 45° and 60° angle. Two phases can be identified. In the

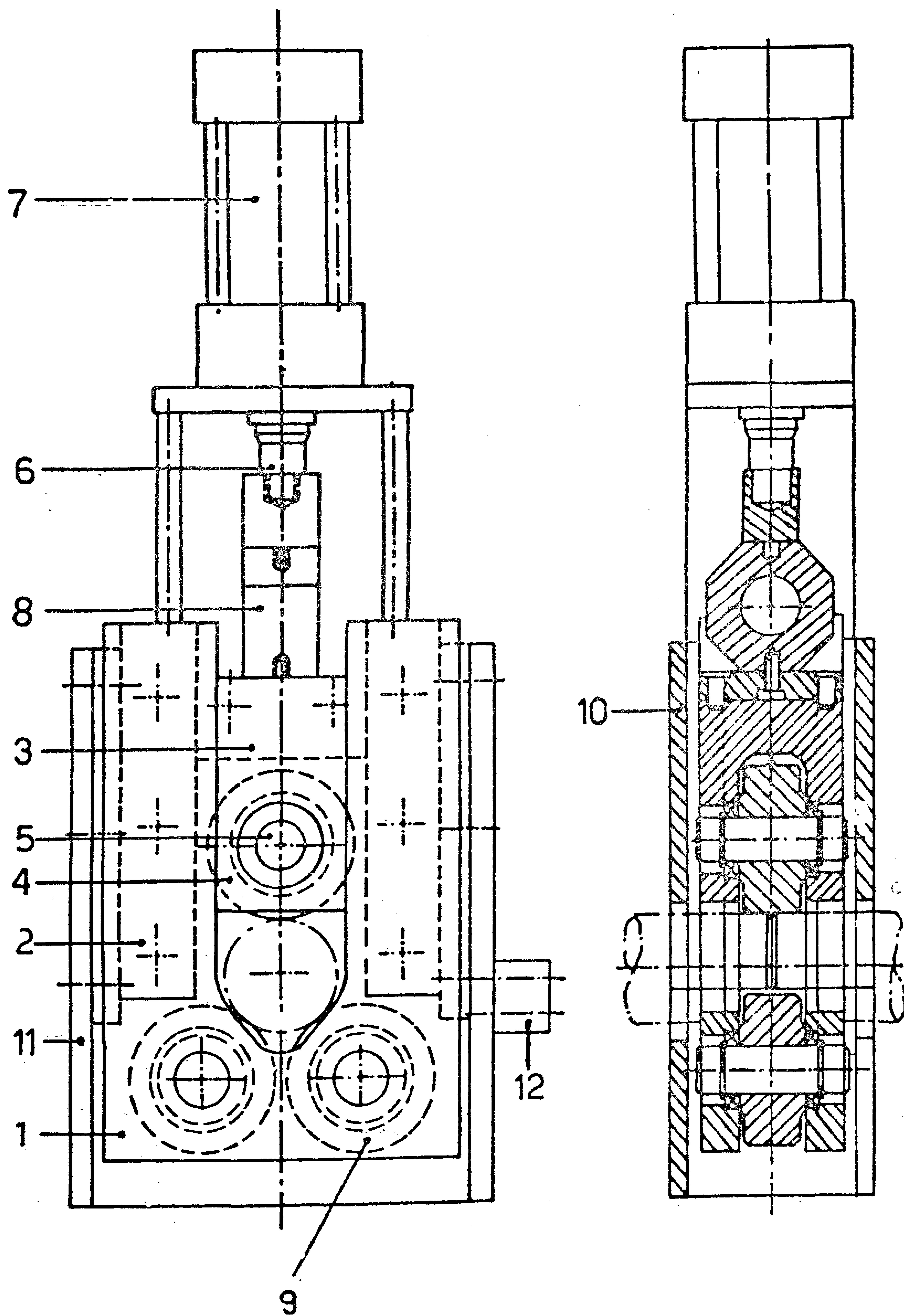


Figure 2: Front and sectional elevation of grooving apparatus

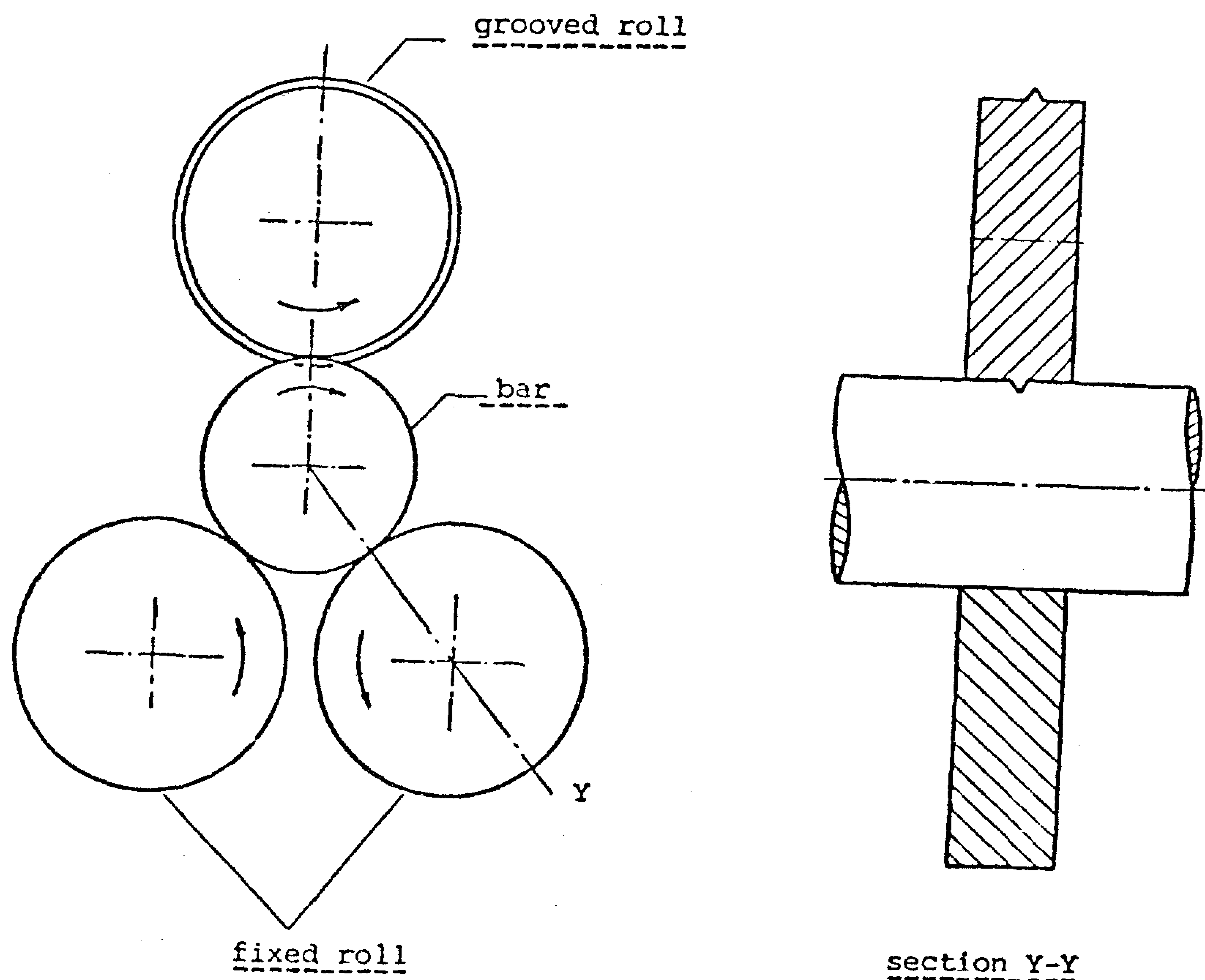


Figure 1. An end and sectional view of bar grooving using three roller arrangement

20 mm) which are bolted to the sides of two spacer bars (2) providing a guide for the shackle (3) movement. The shackle accommodates the (v) roll (4) by a roller shaft (5). The diameter of the roll is 80mm while, for experimental investigation, the depth of the groove is varied between 1 and 6 mm. The shackle is attached to the piston (6) of a hydraulic cylinder (7) through an octagonal load cell (8) which provides a high ratio of sensitivity to stiffness, at the same time having adaquate stability against buckling. The load cell was used to measure the loads involved in grooving bars of diffe-rent diameters. Figure (3) shows the load cell calibration chart which shows a straight line to the origin of the graph.

The mian frame also accommodates two fiexd rolls (9) 80mm diameter x 35 mm width and is inserted between two front plates (10) 300x224mm rectangular shape by 10mm thick and two side plates (11) 300x85mm by 12mm thick. For experimental purposes the apparatus was fixed to the carriage of a centre lathe using the clamp bar (12). The workpiece was fixed into the chuck of the lathe and rotated at low cycles (32r.p.m). The (v) roll was pushed down using a hydraulic cylinder actuated by a foot pump until the bar was in contact with the rollers. Two (v) rolls were used with 45° and 60° angle respectivly. The results (load-displacement curves and bulge dimensions) were recorded and optimized to produce good quality billiets in subsquent cropping operations.

BAR GROOVING USING THREE-ROLLERS ARRANGEMENT AND ITS INFLUENCE ON THE QUALITY OF CROPPED BILLETS

By

S.O. EL-HELIEBY*,

1. INTRODUCTION :

Many components are designed so that they can be processed starting with an intermediate form called a billet or slug. The techniques available for producing billets from primary products (rolled, drawn or extruded bars) fall into two main groups which are:

a) traditional machining such as sawing, parting off and abrasive wheel cutting.

b) chipless techniques such as cropping, blanking and cross-rolling.

Recent economic studies (1-3) have shown that cropping is the cheapest and most productive technique for billet production. In cropping the force required, energy dissipation, billet quality and the rate of tool wear depend largely upon the process of crack initiation and propagation. It is well known that notches at the cropping plane results in stress concentration which accelerates the crack initiation at the notch root in subsequest cropping operation(4). This effect can be put to advantage for shearing, particularly, large cross-sections at reasonable load limits.

The present paper concerns with some results of investigation into the macroscopic aspects of crack initiation and crack propagation at the root of a notch introduced by a grooving apparatus using three rollers. In the arrangement, there is a primary roll, responsible for introducing a (V) shaped notch on the bar periphary, and the other two are refered to as supporting rolls. In addition the billelt quality as affected by the presence of the notch is also recorded. The basic mechanics of the process, particularly with regard to the internal workpiece deformation is described.

2. DESCRIPTION OF THE GROOVING APPARATUS

The grooving apparatus is designed to give the following main characterestics:

a) Its capability to accommodate different bar sizes.

b) Its capability to accommodate grooved rolls for different notch dimensions.

c) Its rigid construction to provide close control of notch forming and dimensions.

Figure (1) shows an end and sectional view of bar grooving with the proposed three roller arrangement.

2.1 Design of the apparatus :

Figure (2) shows a front and sectional view of the apparatus which has been designed and built in the Department of Mechanical Engineering of the University of Birmingham. The rigid frame (1) is the main carriage. It consists of two rectangular shaped plates (290 x 190 mm by

* Lecturer in the Faculty of Petroleum and Mining Engineering - Suez Canal University.

INDUSTRY & PRODUCTION

INST. OF MECHANICAL ENGINEERS
INST. OF ELECTRICAL ENGINEERS

8. Kozeny, J., «Grundwasserbevegung bei freiem Spiegel, Fluss und Kanalversickerung», Wasserkraft und Wasserwirtschaft, n. 3. 1931.

9. Lamb ,H.. «Hydrodynamics». Dover Publications, N.Y., 1945.

10. Muskat, M., «The Flow of Homogeneous Fluids Through Porous Media», J.W. Edwards, 1946.

11. Pavlovsky, N., «Collected Works». Akad. Nauk. USSR, Leningrad, 1956.

12. Vedernikov, V., «BeAePWHOB.» (Slepage from Channels), Gosstroiizdat, 1934.

APPENDIX II: NOTATION

The following symbols are used in this paper:

D = height of the canal water surface above the surface of interface between the upper clay layer and the the lower permeable aquifer;

g = acceleration due to gravity;

h = height of the canal water surface above the original piezometric surface;

K = hydraulic conductivity of the upper clay layer;

L = spacing between canals;

m = source or sink strlngth;

p = pressure at a general point;

q = seepage discharge per unit canal length;

T = canal top width;

W = complex potential= $\Phi + i\,\psi$;

z = complex coordinate = x+iy,

Φ = velocity potential;

ψ =streem function, and

ρ =density of water.

KEY WORDS

Seepage, parallel canals.

SUMMARY

Evaluation of Seepage from Parallel Canals, by Hethoot.

A new formula, by means of which seepage discharge from parallel canals can be evaluated. is presented The aforementioned formula is approximated and a simpler forumula is obtained. When are tested, the new formulas are found to yield rational results which are close to those according to an earlier well known formula.

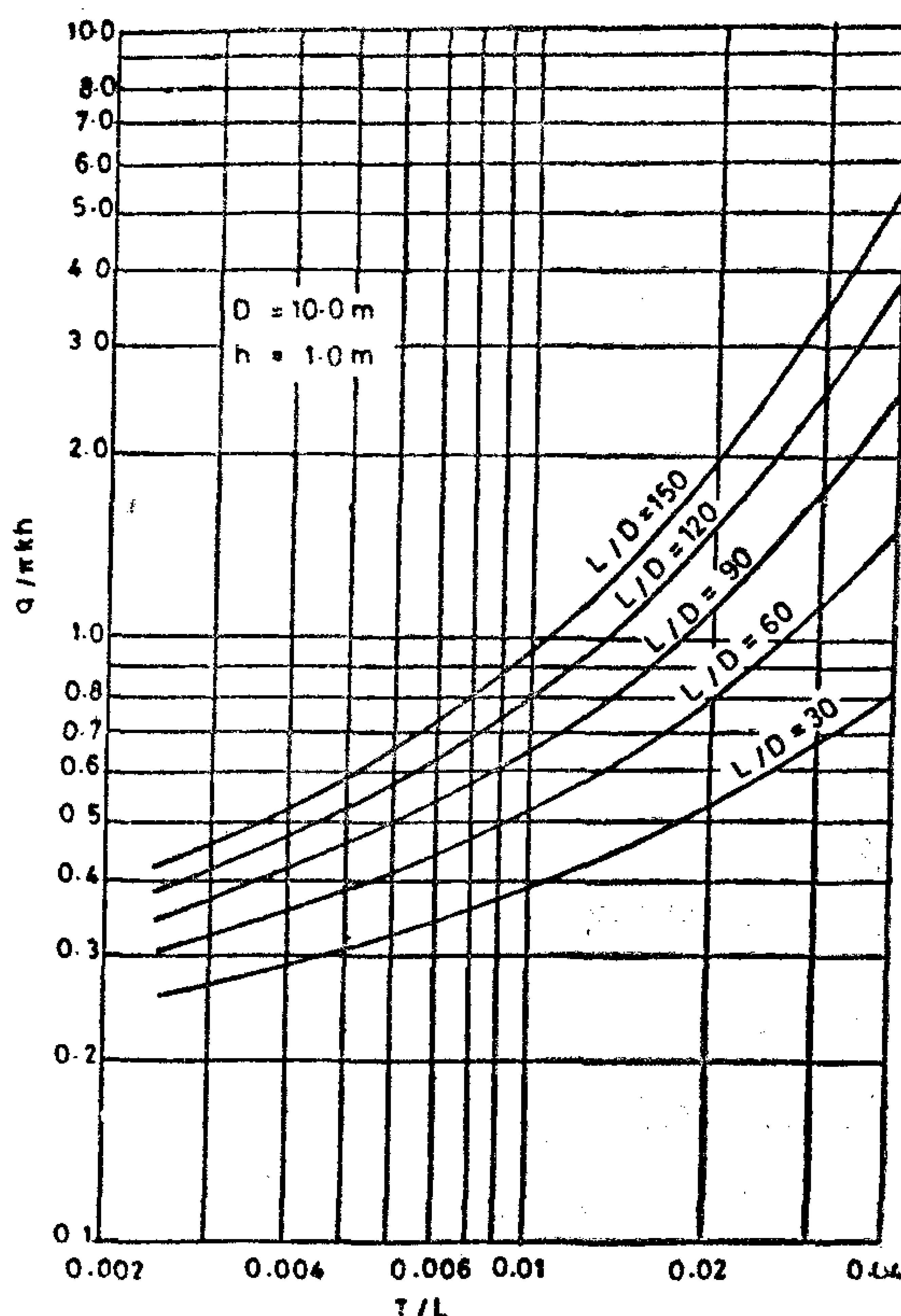


FIG. 4-DISCHARGE RATIO VERSUS CANAL TOP WIDTH RATIO

Applying Eq. 10 to check the accuracy of the above result :

$$q = \frac{\pi(0.3)1.0}{\ln\left[\frac{\cos h(\pi\times 1.0/300)}{\cos h\,\pi(2\times 30-1.0)/300}\right] - \frac{1}{2}\ln\left[\frac{\sin^2(\pi\times 3.0/600)}{\sin^2(\pi\times 3.0/600)+\sinh^2(2\pi\times 30/300)}\right]}$$

=0.2636766 m2/day,

the difference between the above values bing about 0.17 %.

It is worthy to note that according to Hammad (4), he seepage discharge for the above data and for a canal water depth of 0.6 m, is 0.266859/m²/ day. The difference between Hammd's result and that according to Eq. 10, which is about 1.2 %, is mainly because Hammad introduced the effect of the canal water depth.

Though 1.2% is not a high percentage concerning seepage problems (7), yet the simplicity of Eq. 11 compensates such a percentage difference in computed discharges.

CONCLUSION

The accuracy of the simple approximate seepage discharge formula presented in this paper is considerably high when special practical conditions are taken into account. A numerical solved example shows that though Hammad and the auther attempted the problem of seepage from parallel canals through approaches which are completely different, yet their results are nearly the same.

APPENOIX : REFERENCES

1. El Nimr, A., «Seepage from Paralle Trapezoidal Channels», J. Engng. Mech. Div., Proc. ASCE, Aug., 1963.

2. Hammad, H., « A Hydrodynamic theory of Water Movement Towards Covered Drains with Application to Some Field Problems», Alexandria Univ. Press, Egypt, 1957.

3. Hammad, H., «Seepage Losses from Irrigation Canals», J. Engng. Mech. Div., Proc. ASCE, Apr., 1959.

4. Hammad, H. «Seepage Losses from Parallel Canal Systems», J. Engng. Mech. Div., Proc. ASCE, Aug., 1960.

5. Harr, M., «Groundwater and Seepage», McGraw-Hill, 1962.

6. Hathoot, H., «Seepage from Parallel Open Channels» Bul. Fac. Engng., Alex. Univ., 1977.

7. Kirkham, D., «Reduction of Seepae to Soil Underdrains Resulting from their Partial Embedment in, or Proximity to an Impervious Substratum», Soil Sc. Soc. Am., Proc., 1947.

Solving for m :

$$m = \frac{Kh}{\ln\left[\frac{\cosh \pi h/L}{\cosh \pi (2D-h)/L}\right] - \frac{1}{2}\ln\left[\frac{\sin^2 \pi T/2L}{\sin^2 \pi T/2L + \sinh^2 2\pi D/L}\right]} \quad (9)$$

Since seepage takes place only from the lower part, canal sides and bed, the seepage discharge can be given by :

$$q = \frac{\pi K h}{\ln\left[\frac{\cosh \pi h/L}{\cosh \pi (2D-h)/L}\right] - \frac{1}{2}\ln\left[\frac{\sin^2 \pi T/2L}{\sin^2 \pi T/2L + \sinh^2 2\pi D/L}\right]} \quad (10)$$

in which q is the seepage per unit canal length.

For $h/L \leq 0.03$, $\cosh \Pi h/L$ can be taken as unity. For small h values, the case in which the water table is near from the canal water surface, and for relatively large D, $\cosh \Pi (2D-h)/L$ may be taken as $\cosh 2\Pi$ As T/2L D/L. is usuallly small in practice, $\sin^2 \Pi T/2L$ may be substituted $(\Pi T/2L)^2$ and even be neglected compared with $\sinh^2 2\Pi D/L$.

Introducing the above simplifications into Eq. 10, simplifying and rearranging :

$$q = \frac{\pi K h}{\ln\left[(2L/\pi T) \tanh 2\pi D/L\right]} \quad (11)$$

It is clear that Eq. 11 is very simple, direct and one does not need special mathematical tables such as those of elliptic functions to solve the above equation.

Figure 3- shows $q/\Pi Kh$ plotted versus L/D, dashed curves correspond to the approximate equation 11, while solid ones are for the exact equation 10. It is evident that discharge ratio increases on increasing the spacing ratio. For large L/T avlues ($L/T \geq 200$) and for small L/D avlues ($L/D \leq 25$), Eqs. 10 and 11 provide, nearly . the same results. For lower L/T values and for higher L/D values the accuracy of Eq. 11 begins to deteriorate.

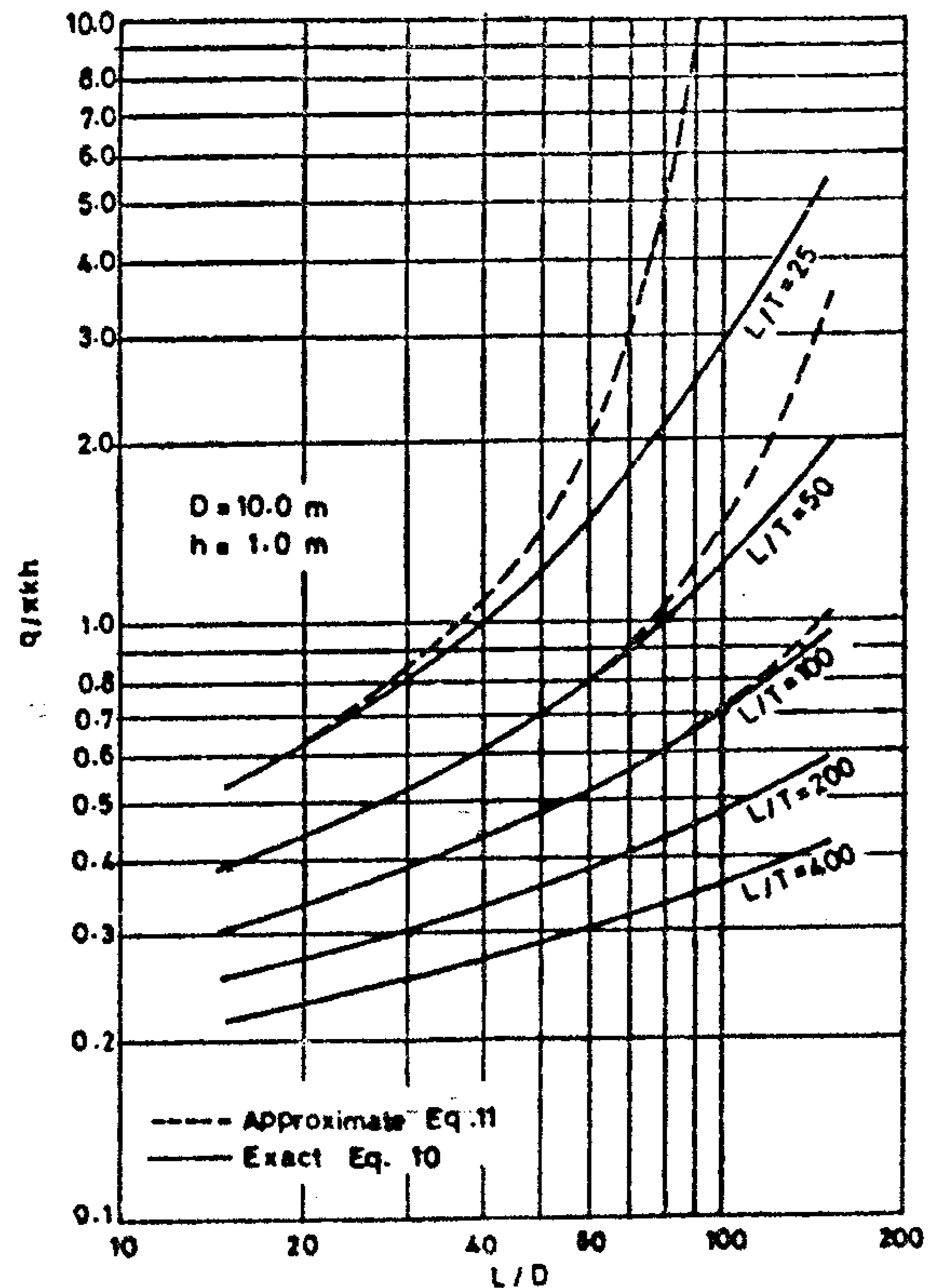


FIG. 3. DISCHARGE RATIO VERSUS SPACING RATIO.

Figure 4 is obtained through cross-plotting of Fig. 3 It can be seen that the discharge ratio increases as tha top canal width ratio incrcases.

NUMERICAL EXAMPLE

It required to evaluate the seepage discharge per unit length of canal in a parallel canal system the data of which are as follows :

K=0.3 m/day, h=1.0 m, L=300 m, D=30 m, and T=3.0 m.

solution

Applying Eq. 11:

$$q = \frac{\pi (0.3)\, 1.0}{\ln\left[\frac{2 \times 300}{\pi \times 3.0} \tanh \frac{2\pi(30)}{300}\right]} = 0.2641321\, m^2/day$$

are introduced, the whole system of sources and sinks is shown in Fig. 2.

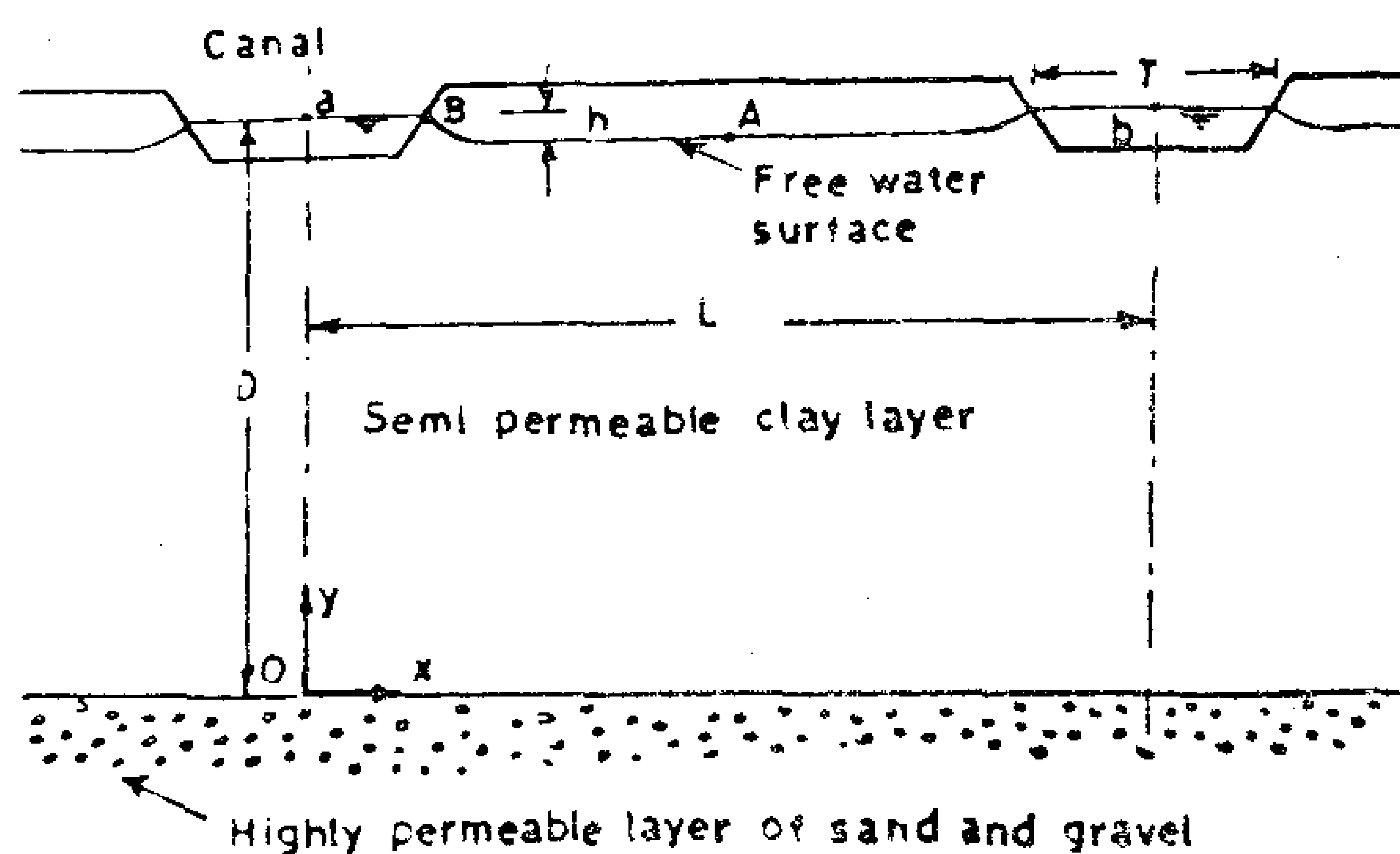


FIG. 1- GEOLOGICAL SECTION

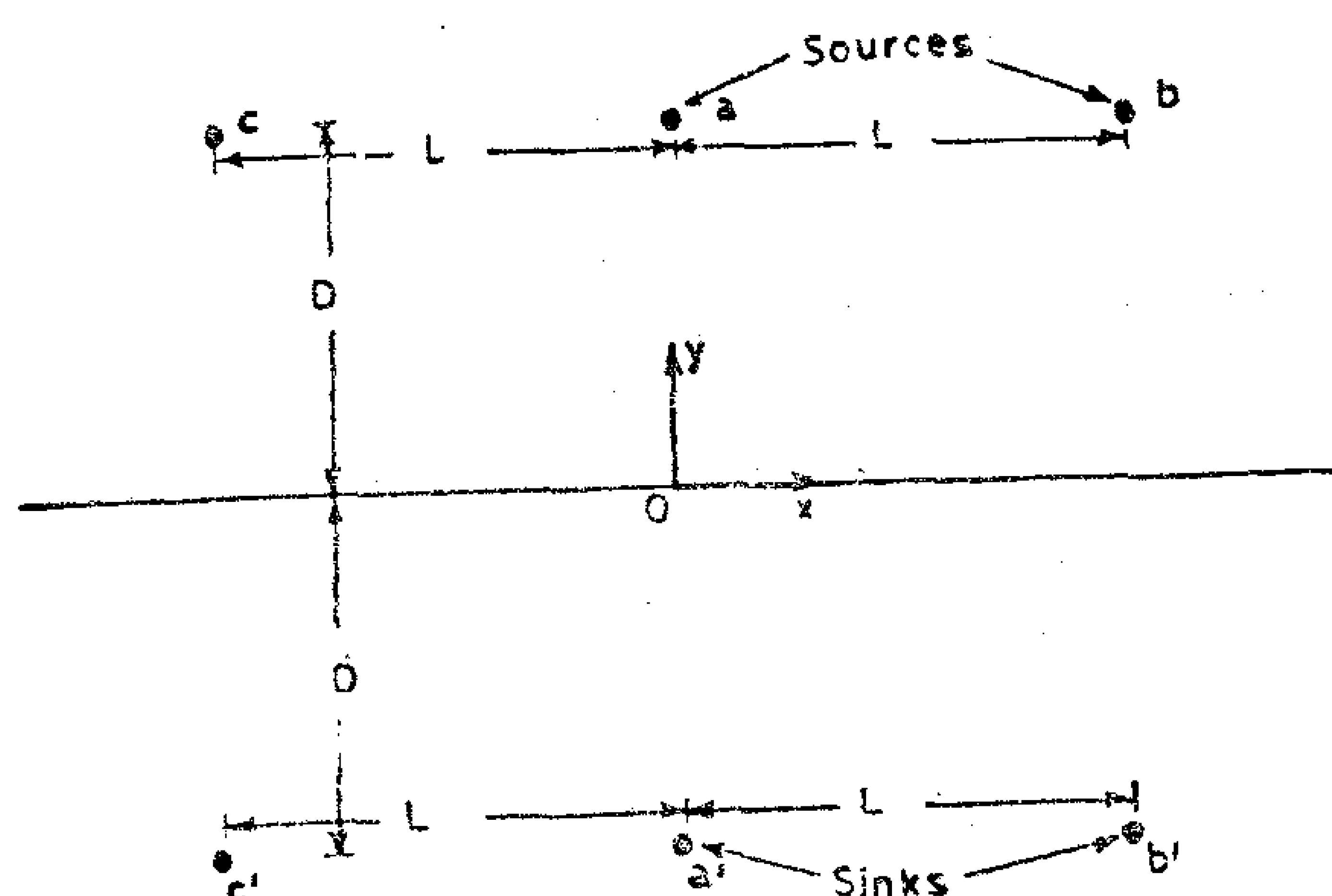


FIG. 2 - MATHEMATICAL MODEL

From textbooks on hdrodynamics(9), the complex potential of the system of Fig. 2 is given by :

$$W = -m \ln \sin \frac{\pi(z-iD)}{L} + m \ln \sin \frac{\pi(z+iL)}{L} + C \qquad (1)$$

in which m is the sink or source strength, is the complex coordinate, L is the spacing between canals, i = (i-1)$^{\frac{1}{2}}$, and C is a real constant.

Substituting z= x+iy and simplifying :

$$W = m\Big\{ \ln\Big[\Big[\sin\frac{\pi x}{L}\cosh\frac{\pi}{L}(y+D)\Big]^2 + \Big[\cos\frac{\pi x}{L}\sinh\frac{\pi}{L}(y+D)\Big]^2\Big]^{1/2}$$
$$+\, i\tan^{-1}\Big[\cot\frac{\pi x}{L}\tanh\frac{\pi}{L}(y+D)\Big]$$
$$- \ln\Big[\Big[\sin\frac{\pi x}{L}\cosh\frac{\pi}{L}(y-D)\Big]^2 + \Big[\cos\frac{\pi x}{L}\sinh\frac{\pi}{L}(y-D)\Big]^2\Big]^{1/2}$$
$$-\, i\tan^{-1}\Big[\cot\frac{\pi x}{L}\tanh\frac{\pi}{L}(y-D)\Big]\Big\} + C \qquad (2)$$

Substituting W = $\phi + i\psi$, equating real and imaginary parts of Eq. 2 and simplifying :

$$\phi = (m/2)\Big\{\ln\Big[\sin^2\frac{\pi x}{L} + \sinh^2\frac{\pi(y+D)}{L}\Big] - \ln\Big[\sin^2\frac{\pi x}{L} + \sinh^2\frac{\pi(y-D)}{L}\Big]\Big\} + C \qquad (3)$$

$$\psi = m\Big\{\tan^{-1}\Big[\cot\frac{\pi x}{L}\tanh\frac{\pi(y+D)}{L}\Big] - \tan^{-1}\Big[\cot\frac{\pi x}{L}\tanh\frac{\pi(y-D)}{L}\Big]\Big\} \qquad (4)$$

in which ϕ is the velocity potential, and ψ is the stream function.

SEEPAGE DISCHARGE

The velocity potential ϕ may be put in the form (5) :

$$\phi = K(p/\rho g + y) \qquad (5)$$

in which K is the hydraulic conductivity of clay, p is the presure, ρ is the density of water and g is the acceleration due to gravity.

From Eqs. 3 and 5 :

$$K(p/\rho g+y) = (m/2)\Big\{\ln\Big[\sin^2\frac{\pi x}{L} + \sinh^2\frac{\pi(y+D)}{L}\Big] - \ln\Big[\sin^2\frac{\pi x}{L} + \sinh^2\frac{\pi(y-D)}{L}\Big]\Big\} + C \qquad (6)$$

Applying Eq. 6 to point A (L/2,D-h). the pressure at which is atmospheric, Fig. 1.

$$K(D-h) = m\ln\Big[\frac{\cosh\pi(2D-h)/L}{\cosh\pi h/L}\Big] + C \qquad (7)$$

in whith h is the difference between the water table and the canal water surface.

Applying Eq. 6 to point B (T/2, D) the pressure at which is also atmospheric, Fig. 1 :

$$KD = m/2\Big\{\ln\Big[\sin^2\frac{\pi T}{2L} + \sin^2\frac{2\pi D}{L}\Big] - \ln\sin^2\frac{\pi T}{2L}\Big\} + C$$

$$Kh = m\Big\{\ln\Big[\frac{\cosh\pi h/L}{\cosh\pi(2D-h)/L}\Big] - \frac{1}{2}\ln\Big[\frac{\sin^2\pi T/2L}{\sin^2\pi T/2L + \sinh^2 2\pi D/L}\Big]\Big\} \qquad (8)$$

in which T is the canal top width.

Eliminating C between Eqs. 7 and 8 and rearranging :

EVALUATION OF SPEEPAGE FROM PARALLEL CANALS

By Dr. Helmi M. Hathoot*

ABSTRACT

The problem of seepage from equally spaced parallel canals to a semi permeable clay layer is hydrodynamically attempted in this paper. The semi permeable layer is assumed to be underlain by a freely permeable aquifer the piezometric surface of which is lower than canal water surface. A general seepage discharge formula is established and when simplifying assumptions, based on practical considerations, are introduced a simpler formula is presented. As a numerical example is solved, the seepage discharge computed according to the present work and that according to another well known formula are nearly equal,.

To examine the accuracy of the approximate formula and to inspect the effect of various parameters on the seepage a number of graphs are plotted and presented in non-dimensional forms.

INTRODUCTION

The problem of steady seepage flow under gravity from canals was attempted by investigators from different lines of approach (10).

An earlier approximate solution for the above mentioned problem was proposed by Kozeny(8). On the same basis, the solution was formally presented by Pavlosky (11) later on.

The case of deep-lying water table table in a lower sand and gravel aquifer was early investigated by Vedernikov (12).

The case of eepage from a single canal was attempted by Hammad(2,3) who assumed an approximate canal profile.

El Nimr (1) provided an exact solution for the seepage from parallel canals taking into account the actual trapezoidal canal shape. In another treatment Hammad (4) solved the problem of seepage losses from parallel canal systems considering the special case in which the water table is slightly below the canal water surface.

Hathoot (6) attempted the latter problem and provided another seepage discharge formula. In his treatment, Hathoot did not consider the effect of the surface of interface between the upper layer and the lower permeable aquifer.

In this paper the author takes into account the neglected effect of the surface of interface which is assumed plane and horizontal.

MATHEMATICAL MODEL

For convenience, the system of parallel canals may be represented by equally spaced point sources located at points a,b, c,... on canal water surfaces, Fig. 1.

To represent the surface of interface Ox another ficititios system of similar, equally spaced point sinks a', b', c'—...

* Associat Professor of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Alexandria, Egypt.

5. Farid, M.S., «Management of Groundwater System In The Nile Delta», Ph.D. dissertation, Faculty of Engineering, Cairo University, Cairo, 1985

6. Gorelick, S.M., «A Review of Distributed Parameter Groundwater Management Methods», W.R.R., 19(2), p. 505-319, 1983.

7. Heidari, M., «Application of Linear System's Theory and Linear Programming To Groundwater Management In Kansas, Water Resources Bulletin, 18(6), P. 1003-1012, 1982.

8. Loucks, D.P., et al, «Water Resource Systems Planning and Analysis», Prentic-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1981.

9. Maddock, I., «Algebraic Technological Function For Simulation Model», W.R.R., 8(1), P. 129 — 144, 1972.

10. Townley, L., and Wilson, J.. «Description of and User's Manual For A Finite Element Aquifer Flow Model AQUIFEM-1» Technology Adapta-tion Program Report No. 79-3, M.I.T., Cambridge, Feb., 1980.

DD_i^a = allowable drawdown at node i.

The Targets Generator Model (T.G.M)

The T.G.M. performs two jobs :

1 — The model modifies the withdrawals at each element due to the new target by adding the latter to the current withdrawals. This modification is done for running the S.M.:

$$^{j}Q_K = W_K - a_K \frac{(U_j T_u)}{A_j} \quad (14)$$

where :

W_k = current withdrawal at element k (-ve value).

Q_k = new withdrawal at element k (-ve value) which is calculated for all elements.

2 — If the optimum groundwater withdrowals developed by the O.M. are found infeasible, the T.G.M. sets new target less than the initial one with one unit (T - 1) and provides it to the O.M. It also identifies the best infeasible withdrawal policy which causes drawdowns with minimum sum of the absolute deviation from the allowable drawdowns. The water withdrawals of this policy at the different regions of the aquifer is taken as the new water production targets. The T.G.M. provides these new targets to the O.M.

3 — CONCLUSIONS

The main contributions of this work are related to the field of groundwater management. The paper provides a comprehensive management framework through which the maximum groundwater withdrawal under constraints on the drawdowns can be distinguished.

The main findings and conclusions may be summarized as follows:

1 — It is the first time to perform a linked simulation- optimization models for the hydraulic management of large scale ground water aquifers.

2 — The developed groundwater management framework enables water managers to avoid the huge job of estimating, for an aquifer, the production targets and allowable drawdowns at each element and node of the finite element grid. It operates efficiently with only data on allowable drawdowns at few locations of the aquifer.

REFERENCES

1. Aguada, E., «Optimization Techniques and Numerical Methods for Aquifer Management», Ph.D. dissertation, Stanford Univ., Stanford, Calif., 1979.

2. Aguada, E., and I. Remson, «Groundwater Hydraulics in Aquifer Management», J. Hydraulic Div., Am. Soc. Eng., 100 (HY1), P. 103 — 118, 1974.

3. Aron, Gert, «Optimization of Conjunctively Managed Surface and Groundwater Resources By Dynamic Programming», Water Resources Center, Contribution No. 129, Department of Water Science and Engineering, Univ. of California, Davis, June, 1969.

4. Bredehoeft, J.D., and Young, R.A., «The Temporal Allocation of Groundwater», Water Resour. Res., Vol. 9, No. 1, P. 194 — 210, 1973.

5 units of targets, the number of iterations is about 150 iterations. This is a large number of iteration for such small groundwater aquifer, and hence another optimization algorithm instead of dynamic programming should be thought off in solving this management problem.

An integer programming algorithm based on an enumeration procedure is developed here for solving the O.M. The algorithm starts with the initial solution of $X_j = T_j$ $(j=1,\ldots,N)$ while T is taken equal to the sum of water production targets at the various regions

$$\left(\sum_{j=1}^{N} T_j \right)$$

If this solution is infeasible (F.M.), the total target will be reduced by one unit (T.G.M.), and the solution will enumerated into N management policies. In each policy, groundwater production target at one of the N locations is reduced by one, i.e.

$$T = \sum_{j=1}^{N} T_j - 1$$

If one or more) of these policies is feasible (F.M.), then it is the optimum solution (s). If all of them are infeasible (FM.) then the deviation norm of the resultant drawdowns of each solution from the allowable is measured (F.M.). The solution with the minimum norm of deviation of drawdowns is selected to be enumerated into N new withdrawal policies (T.G.M.). In each policy the withdrawal (from the previous solution) at one of the N locations is reduced by one. The procedure continues till optimum solution(s) is reached. Via this enumeration procedure, the optimum solution will be reached after

$$N \left(\sum_{j=1}^{N} T_j - X_j \right)$$

which *much less than the number of iterations* via the dynamic programming algorithm particularly if there is a large deviation between the initial water targets and optimum water withdrawals.

The Feasibility Model (F.M.).

Constraints on the groundwater drawdowns are considered in a separate model, namely the feasibility model. In this model the current heads of the aquifer are considered as an input data. Then for a management scheme, the S.M. computes the corresponding groundwater heads and provides them to the F.M. The F.M. then substracts these heads from initial ones to determine the drawdowns. It then compares the drawdowns of the proposed management scheme with the allowable ones. If the drawdowns are within the allowable range, then the management scheme is feasible and optimum, otherwise it is infeasible.

The F.M. also calculates sum of the absolute deviation of the drawdowns of a withdrawal policy from the allowable drawdowns :

$$D^m = \sum_{i=1}^{NN} \left(DD_i^m - DD_i^o \right)^2 \quad (13)$$

where:

D^m = deviation norm of policy m

NN = number of the nodes of the aquifer.

DD_i^m = drawdown at node i under the withdrawal policy m

Table (1) Example of Optimal Combinations of Groundwater Withdrawals for a Total Production Target of 14 Units of Water.

Groundwater withdrawals (units of water per location)			Objective function (Total withdrawals in units of water)
Location 1 X_1	Location 2 X_2	Location 3 X_3	
5	3	6	14
5	2	7	14
4	3	7	14

Table (2) Example of Optimal Combinations of Groundwater Withdrawals for a Total Production Target of 12 Units of Water.

Groundwater withdrawals (units of water per location)			Objective function (Total withdrawals in units of water)
Location 1 X_1	Location 2 X_2	Location 3 X_3	
5	3	4	12
5	2	5	12
5	1	6	12
5	-	7	12
4	3	5	12
4	2	6	12
4	1	7	12
3	3	6	12
3	2	7	12
2	3	7	12

algorithm. The dynamic programming is computationally more efficient if compared with linear programming in solving this problem which is dynamic in space, particularly if discrete values for Xj (j = 1,........, N), are used (Loucks et. al., 1981).

A dynamic programming formulation for the above model has the following recursive equation :

$$f_I^*(S_I) = \max \; X_I + f_{I+1}^*(S_{I+1}) \quad \forall_I \qquad (11)$$
$$\bar{X}_I < X_I < S_I$$
$$\bar{X}_I < S_I < T_I$$

With a state transformation function of the following form :

$$S_I = S_{I-1} - X_{I-1} \quad \forall \; (12)$$

where :

F+ (.) = optimum value of the objective function f(.),

S_I = state variable, which is the amount of water that can be withdrawn from the remaining (N+1-I) regions [L^3 T^{-1}].

X_I = groundwater withdrawal at the 1 - th region [L^3 T^{-1}].

$\overline{X}_I$ = present groundwater withdrawal at the I-th region [L^3 T^{-1}].

T_I = water production target at the I-th region [L^3 T^{-1}].

The O.M. should not necessarily have a unique solution. Solution of the model may result in a number of optimum withdrawal policies which achieve the same value for the objective function. For the sake of illustration let us use this example. Assume that there are three locations. for groundwater withdrawals with production targets of 5,3 and 7 units of water (i.e. maximum target per location), and the total production target of the aquifer is 14 units of water (i.e. maximum desired target from the aquifer). There are three alternate integer withdrawal policies that give the same optimum value of the objective function as shown in table (1).

By decreasing the production target of the aquifer from 14 to 12 units of water, number of the alternate optimum solutions increases, as shown in table (2), from 3 to 10.

This illustrative example leads to the conclution that as the difference(ΔT) between the total target (T) and the sum of production targets at the different locations

$$\left(\sum_{j=1}^{N} T_j \right)$$ increases, number of the optimum combinations of groundwater withdrawals increases too.

For a givin T, the O.M. will provide M optimal groundwater withdrawal policies. Feasibility of these policies will be examined via the simulation and feasibility models. If none of the Policies are found feasible, then the targets generator model will set a new target T′ (T′ < T) and the O.M. will provide asother M′ M′ > M) solutions. Feasibility of these (solutions will then be examined again via the simulation and feasibility models. While examining the feasibility of these alternatives, the simulation model is solved M′ times, corresponding to the M′ groundwater optimum withdrawal alternatives. The procedure continues till a feasible solution(s) is found. Number of iterations is approximatly

$$N \sum_{i=1}^{I} \Delta T_i \quad \text{where} \quad I = T - \sum_{j=1}^{N} X_j^+$$

where Xj is the optimum groundwater withdrawal at region J. In each interation the simulation model is solved. For an aquifer of 10 regions (N=10) and the optimum target less than the initial one with

The third process of C.M. is to convert the water targets at the various regions of the aquifer into unit of withdrawals to facilitate the computation efforts of the O.M. The model first looks for the minimum target in between the given targets. Then, the model computes the value of one unit (equation 5):

$$T_u = \frac{T_{min.}}{L} \qquad (5)$$

where :

T_u = value of one unit

L = prespecified number of units for the minimum target (from input data).

Afterwards, the model converts the target of each location into units (equation 6):

$$U_j = \frac{T_j}{T_u} \qquad (6)$$

where :

U_j = number of target unit at location j (j= 1,...—..........,N)

N = number of locations.

The Optimization Model (O M) :

The O. M. has the objective function of maximizing groundwater withdrawals at the various locations of an aquifer (equation 7) :

Maximize

$$\sum_{j=1}^{N} X_j \qquad (7)$$

where :

X_j = water withdrawal at location j $[L^3 T^{-1}]$, and

N = number of the regions of the groundwater aquifer

This maximization procedure is subject to three constraint sets. The first set is to ensure that water withdrawals at the various locations do not exceed the production targets at these locations :

$$X_j \leq T_j \qquad \forall_j \qquad (8)$$

where T_j is the groundwater production target at Locations j ($L^3 T^{-1}$)

The second constraint set is to ensure that the total withdrawals from the aquifer are less than a prespecified target T, which may be taken for example equal to the safe yield of the aquifer (recharges of the aquifer) :

$$\sum_{j=1}^{N} X_j \leq T \qquad (9)$$

The last constraint set is to ensure that water withdrawals at the different locations should not be less than the present ones :

$$X_j \geq \bar{X}_j \qquad \forall_j \qquad (10)$$

In summary, the optimization model has the following formulation :

$$\sum_{j=1}^{N} X_j \qquad (7)$$

Subject to :

$$X_j \leq T_j \qquad \forall_j \qquad (8)$$

$$\sum_{j=1}^{N} X_j \leq T \qquad (9)$$

$$X_j \geq \bar{X}_j \qquad \forall_j \qquad (10)$$

This mathematical model can easily be solved via a dynamic or linear programming.

Discription of the five models of the planning framework is prsented below:

The Simulation Model (S M) :

The general equation which describes the groundwater flow through nonhomogeneous anisotropic media is :

$$\frac{\partial}{\partial x}\left(T_x \frac{\partial \phi}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(T_y \frac{\partial \phi}{\partial y}\right) + N(x,y,t) = S\,\frac{\partial \phi}{\partial t} \quad (1)$$

where: $Tx = Tx\ (x,y)$, and $Ty = Ty\ (x,y)$ are the transmissivity of the aquifer in the x and directions, respectiviely, S is the storage coefficient ϕ is the piezometric head, and N is the rate of net inflow at a certain time t.

Several numerical (finite element and finite difference) models have been developed over the past few years for solving this equation under various boundary conditions. Among these models, is AQUIFEM-1 which has been developed by Townley and Wilson (1980). It solves equation (1) using the finite element method based on the Galerkin technique. This model is selected here in our planning framework for groundwater simulation.

AQUIFEM-1 simulates a two-dimensional horizontal flow in anisotropic, hetrogenous, phreatic, confined, or leaky aquifers under steady or transient conditions. It also permits the changeability of the modeled aquifer status from phreatic to confined and viceversa and the exchange of water between the aquifer and the fully or partially penetrating open channels and surface water bodies.

The Conversion Model (C M):

The C.M. model performs three conversion processes. The first process is to convert the values of allowable drawdown at each region of the aquifer into drawdowns at the various nodes of this region. In this conversion process, the C.M. differentiates between the nodes which lie inside the region and the other nodes on the boundaries of this region. The allowable drawdown at the inside nodes are computed as :

$$DD_i^n = DD_j^r \quad (2)$$

where:

DD_j^r = Allowable drawdown at region j [L]

DD_i^n = Allowable drawdown at node i Which lies inside region j [L]

The drawdown at the nodes which lie at the boundaries of a number of regions, is taken equal to a weighted average of the allowable drawdowns at these regions, i.e. sum of the ratios of drawdowns from each element connected to that node. According to the nodal area which equals 1/3 of the element area, the ratio equals the same value (1/3) as shown in equation (3) :

$$DD_i^n = \sum_{j=1}^{N_i} \sum_{K=1}^{K_i} a_{K,j}\,\frac{DD_j^r}{A_j}\,\frac{1}{3} \quad (3)$$

where:

N_i = number of regions connected to node i.

K_i = number of elements of region j connected to node i.

$a_{k,j}$ = size of element K which lies in region j [L^2].

A_j = total area of region j [L^2].

The second process of C.M. is to convert the desired targets at each region into withdrawals at the element of this region. The model first caculates the total area of each location and then, calculates the target per unit area for each location (equation 4).

$$t_j = \frac{T_j}{\sum_{K=1}^{K_j} a_{k,j}} \quad (4)$$

where:

T_j = desired groundwater withdrawal per unit area at region j [L^3T^{-1}].

t_j = desired groundwater witdrawal per unit area at region j [LT^{-1}].

K_j = number of elements of reglon j

This paper presents a linked simulation - optimization model in a planning framework for groundwater hydraulic management. The framework is based on the second technique and, designed in such a way that it can efficiently be applied for large scale ground-water systems. In addition, it addresses a new groundwater field application. It is structured in such a way that the safe yield of a confined or unconfined aquifer under different restrictions on pumping and drawdowns can be determined.

2. A Planning Framework for Groundwater Hydraulic Management

This planning framework is developed for large scale groundwater aquifers which may be identified into homogeneous and isotropic regions. It consists of five interacted models as shown in figure (1):

1. The Simulation Model (SM).
2. The Conversion Model (CM).
3. The Optimization Model (OM).
4. The Feasibility Model (FM).
5. The Target Generator Model (TGM)

The input data of this framework are: finite element grid of the aquifer, the boundary and initial conditions of the groundwater system, the aquifer hydraulic properties, current operations (pumping and recharge) of the aquifer, and allowable drawdowns and desired water production targets at the various regions of the aquifer (Farid, 1985). The framework starts with the conversion of the allowable drawdowns and the targets from regional level to element and nodal level. The computed drawdowns are stored in the F.M. Then, the S.M. computes the current groundwater heads corresponding to the current groundwater withdrawals at the different nodes or elements of the grid system. These heads are stored in the F.M. The T.G.M. modifies the groundwater withdrawals at the various elements of the aquifer. Then, the S.M. computes the corresponding groundwater heads. The F.M. takes these heads and computes the resultant drawdowns at the various aquifer nodes. If the drowdowns are less than the allowable ones, then the withdrawal policy is feasible and optimum, otherwise it is an infeasible one and the T.G.M. sets new production target less than the desired ones. The O.M. designs the possible alternative schemes and the procedures is repeated till a feasible solution is found.

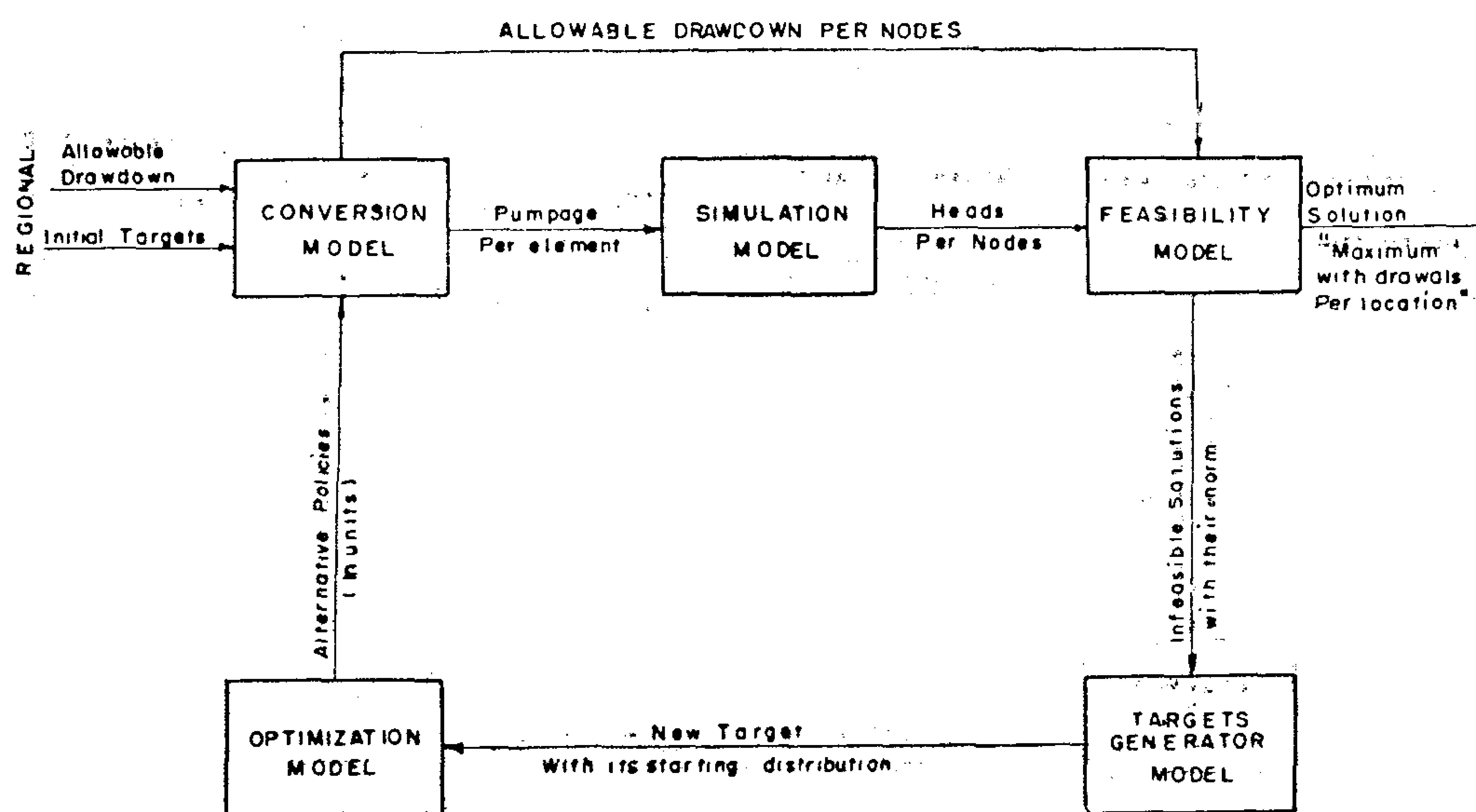


Fig (1) HYPOTHETICAL FRAMEWARK FOR GROUNDWATER MANAGEMENT.

A PLANNING FRAMEWORK FOR GROUNDWATER HYDRAULIC MANAGEMENT

By

M. Samir Farid (1) M. Nasr Allam(2) Abdelwahab M. Amer(3)

ABSTRACT

A linked simulation - optimization model in a planning framework for groundwater hydraulic management, applicable for large scale aquifers, is presented. In the planning framework, the simulation model is taken as a separate component accounting for the hydraulic nonlinearities of the unconfined aquifers. The model is to determine the maximum groundwater withdrawals under constraints on pumping and drawdowns.

1. INTRODUCTION

Numerous groundwater hydraulic management models have been developed over the past several years. The most powerfull of these models are those which based on the joint use of simulation and optimization models. The combined models may provide the physical consequences, such as draw-downs, land subsidence and changes in water quality, of a groundwater management policy. Coupling of flow simulation and optimization models is being carried out by including the simulation model intothe constraints of the optimization mdel. Two tehniques have been derived for accomplishing this coupling process (Gorelick, 1983).

The first technique is based on the linear systems theory. It is based on the assumption that the groundwater systems behave linearly under stresses such as pumpages or recharges (Maddock (1972), and Heidari (1982)). In this technique, as summarised by Gorelick, an external groundwater simulation model is used to develop unit responses, each of which discribes the influence of unit pumpage (unit recharge) upon the hydraulic heads at the various locations of the aquifer. A matrix which assembles these unit responses (a response matrix) is included in the constraint set of the optimization model.

In the second technique, finite difference or finite element approximations of the governing groundwater flow equations are enclosed in the constraint set of a linear programming model with the hydraulic heads at the various nodes of the aquifer and pumping rates as decision variables. This means using the available simulation model to determine the aquifer response to groundwater management policy.

(1) Ph.D Senior Engineer, Research Institute For Groundwater, Water Research Center, Ministry of Irrigation, Giza, Egypt.

(2) Assistant Prof., Irrigation and Hydraulics Division, Faculty of Engineering, Cairo University, Egypt.

(3) Professor of Irrigation and Hydraulics Division. Faculty of Engineering Cairo University, Egypt.

the complete solution for the assessment of design performance; it must be remembered that it allows judgements on certain points to be objectivized while subjectivity is inevitable for the measurement of other aspects of performance.

It is important to point out that the proposed method presents a practical tool to the achitect not in calculating an exact measurement of design performance but in allowing him to estimate, to compare & to decide in full knowledge from the first moments of the schemes to the final stage of design process and post implementation.

The model has many applications. It can be applied to many building types and projects. It presents an initial approach to solve the decision-making problem. The structure of the model allows the introduction of additional submodels, solving more detailed problems, which offers a base for further attempts to be developped.

REFERENCES

1. AGRAA, O.M. &WHITEHEAD, B.- Nuisance Restrictions In The Planning of Single Storey Layouts, Build. Sci. Vol. 2, pp. 291 - 302. 1968.
2. BLACHERE, G., Human Requirements, CIB 5th Congress, 1971.
3. GUPTA C.L., A Systematic Approach To Optimum Thermal Design - Building Design, Vol. 5, 1970.
4. METWALLY M. & Others, Systematic Approach to Housing Planning Evaluation, GOHBPR 1985.
5. METWALLY M., Evaluation Techniques and the Architect, Journal of the Egyptian Society of Engineers. Vol. 25, 1986, p. 20-29.

4.3. ECONOMICAL PERFORMANCE

The object of the designer is to provide good value for money. This does not mean cheapness but economy. Saving costs by cutting standards does not necessarily improve economy of a building, although it may cheapen it. The most economic building is the one which provides the values required at the lowest cost.

The traditional method of estimating building costs is to take off the quantities of each item and to apply unit rates taken from bills of quantities. There are number of difficulties in using this method :

- the prices of materials are unstable.
- unit prices are not very representative of the prices at which the work would be carried out. Contractors do not compete on unit prices but on jobs as a whole.
- the variation in the prices of complete buildings is often greater than for units of measured work.

Operation costs are very difficult to predict and there are very approximate ways to calculate it.

The measure of economical performance by overall comparison is very difficult, because there is no alternative which has the best and most economic solution for all problems in the building.

Economical performance must reflect all types of costs on the different levels. Its measurement can be acheived by various methods depending on the objective and the stage of project under consideration. Different methods for cost analysis and cost evaluation are developed to be used at various stages of design from the early stage (sketch design) to the later stage (post implementation). Some of these techniques are presented in reference (5).

The choice of the alternative that offers the best value for money can be made easier by quantifying the consequences of each design, to obtain the "cost in use", "Cost in use" takes account both of initial and running costs.

It is evident that the cost-in-use tends to be at a minimum when the shape of the building is as near as possible to a sphere and the enclosing surfaces are themselves at a minimum. For single storey buildings, cost-in-use tend to fall as the plan ratio falls. As the plan ratic rises from 1 : 1, cost-in-use increases.

The accuracy of the estimated costs is not of importance in itself. Thus the compactness ratio will be used in the proposed model to reflect the economy of solutions.

$$F2 = PC/PP$$

where $PC = 2\ (\Pi \times AP)^{\frac{1}{2}}$

F2 , objective function reflecting the economy of design solution,

PP plan perimeter,

PC , perimeter of a circle of the same area,

AP , plan area.

5. CONCLUSION

The systematic approach to the design evaluation allows the breakdown of design solution into a number of distinctive -subproblems. The separation between the subproblems susceptible to measurement and optimization by calculation from those which are related only to value judgements, allows the use of appropriate technique for solving each of the subproblems.

The proposed model is an integrated model which has the rigour of scientific method, while supporting some of the speed and pragmatism of current practice method. It does not pretend to provide

measured directly from center to center of rooms, not throuh circulation routes.

3.1.2.3. Performance of Circulation Area

The performance of circulation area is used here as a measure of the efficient use of functional area. It is clear that the minimization of circulation area allows the maximum use of building floor area. In addition, it leads to the save in users' energy due to the minimization of travel distance between rooms.

The ratio of useful floor area to the total floor area is an indicator which reflects the spacial economy. It will be used for measuring the performance of circulation area:

F1123 = AU/AP x WAU

where :

F1123 , objective function reflecting the performance of circulation area,

AP , total floor area is the floor space measured inside the outer walls,

AU , useful floor area is the total floor area excluding the circulation area,

WAU , weighting coefficient.

3.2. AESTHETICAL PERFORMANCE

There is some mysticism that meaning cannot be subjected to measurement. In recent years, some of the human sciences have been developped to present the designer with useful information. These sciences such as ecology, ergonomics, psychology, social psychology and sociology- differ greatly in degree of rigour and the extent to which they can help the designer with positive results.

Things which are not easily measurable, such as matters of opinion can be put on to scales. We can distinguish many types of scales : ratio scale, psychological scale, quantitive judgement scale, semantic differentiation scale, attribute discrimination scale, visual preference scale, Guttman scale and so on.

Psychologists have many ways of measuring many aspects of human behaviour. They agree that a person's behaviour in a situation depends on what the situation means to him. Analytic techniques to measure meaning can be used to describe expressions of varied actions to environmental phenomenon through descriptions of the images they evoke. Human behaviour can be observed, analyzed statistically statically and used to predict the future behaviour.

It is clear now that the aesthetical performance of a building can be measured by using new techniques and human sciences. But this task is too complex and it is not the purpose of recent study to formulate aesthetic rules. Thus, the aesthetical performance in the proposed model will be calculated as an overall estimation, assigned to each of the elementary objective functions (F1211-F1214) & (F1221-F12210). The overall estimation is a percentage grade which reflects the degree of satisfaction of each of the objective functions determining the aesthetical requirements.

For more accurate evaluation we can use some of the techniques presented in reference (5).

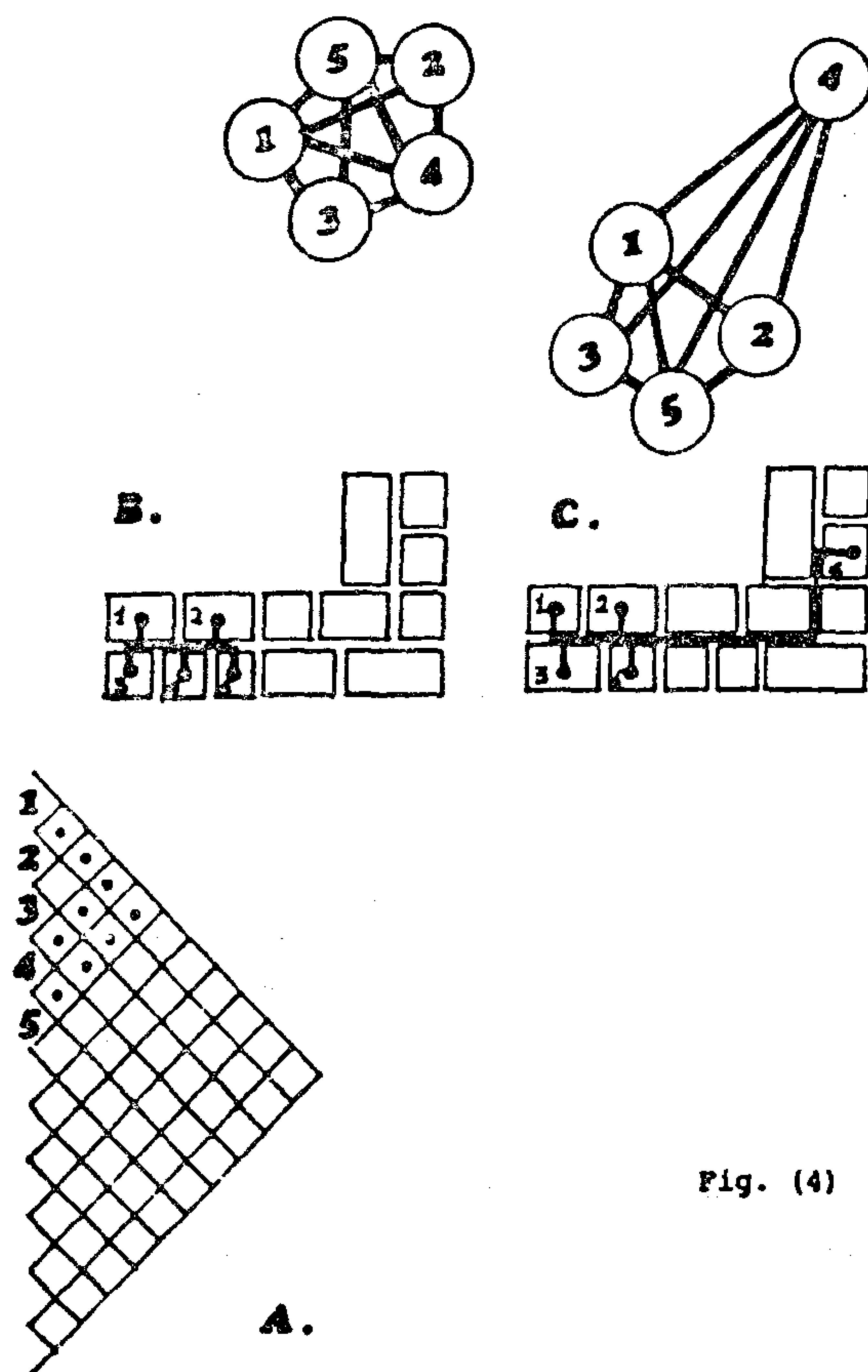


Fig. (4)

$$F1121 = \frac{n}{\mathrm{Sum}_{i=1}^{n} \ SETAI_i} \times WSETA\ 1$$

where :

$SETA\ 1_i =$

$$\left(\mathrm{Sum}_{j=1}^{n} \frac{(d_{ij} \times a_{ij} - \bar{x}_i)^2}{n-1} \right) \uparrow (1/2)$$

$$\bar{x}_i = \mathrm{Sum}_{j=1}^{n} \frac{d_{ij} \times a_{ij}}{n-1}$$

for $i \neq j$

F1121 , objective function reflecting the performance of circulation routes.

SETAIi , standard deviaion coefficient for room i.

dij , distance between rooms i and j measured through the circulation routes (corridors).

aij , connectivity between rooms i and j.

n , number of rooms.

WSETA 1 , weighting coefficient.

3.1.2.2. Structure of Functional Links

The functional interrelationship links between activities are defined here as being all kinds of functional links existing between different rooms other than circulation of users. For example, sanitary, electrical and air-conditionning installations create certain interrelationship links between rooms. The need for supervision in certain rooms is a kind of functional link. In housing, the functional links between rooms are limited. In case of public buildings, functional links include information flow, materials flow and so on.

The measurement of performance of structure of functional interrelationship links between rooms will be calculated by the same formula as in 3.1.2.1.

$$F1122 = \frac{n}{\mathrm{Sum}_{i=1}^{n} \ SETA\ 2_i} \times WSETA\ 2$$

The unique difference in the application of the above formula appears when calculating the distance dij between rooms. The distance dij is assumed to be

3.1.1.4. Plan Fexibility

Plan flexibility in a building means the spacial flexibility, that is, the arrangement of spaces and the tendency to change in order to suit new conditions, requirements and use. The best way to acheive flexibility of space is to avoid obstacles in the interior space which are created by the structural system and the fixed elements.

The most common structural systems used in projects are wall-bearing structures and the skeleton structures. In the case of wall bearing structures the plan flexibility is very limited and in most cases impossible to achieve. The skeleton system which consists of beams and columns seems to be more flexible and adaptable to different uses in most cases. Other skeleton structures such as flat slab and hollow blocks slab provide more flexibility.

The compactness of fixed elements: services and circulation area seems to provide a reasonable flexibility by locating the services in one zone and freeing the remaining space for functions and activities that require dynamic spaces.

Therefore, the performance of plan flexibility can be calculated by evaluating the influence of (a) structural system, (b) plan layout (plan shape), and (c) position of fixed elements, on the design solution:

$$F1114 = \text{Sum}_{i=1}^{f} \frac{PF_i \times WF_i}{f}$$

F1114, objective function reflecting the performance of plan flexibility

f, number of properties types defining the plan flexibility.

WFi, weighting coefficient reflecting the relative importance of each property.

PFi ∠ = 1, if the plan design satisfies the conditions of flexibility

PFi ∠ = o, if the plan design does not satisfy the conditions of flexibility.

3.1.2. The Performance of Communications Between Activities

3.1.2.1 Structure of Circulation Routes

The performance of the structure of circulation routes can be measured by the circulation efficiency. By considering the linkages, or connectivities between rooms, the circulation structure would be indicated. Circulation routes are defined here as vertical and horizontal links between rooms, including corridors, stairs, lifts and so on.

Location of rooms are usually based on the interrelationship between them. These may be assumed to depend on two factors: the frequency of movement between them, and the distance over which this movement takes place.

Applying the standard deviation coefficient we can evaluate the efficiency of circulation routes within a plan see reference(4) or (5). This coefficient reflects the uniformity of rooms distribution within a plan and indicates the misplaced room or rooms if existing (example shown in figure 4). In other words, this coefficient reflects the deviation of the design solution under consideration from the point of view of circulation efficiency.

Thus, the formula reflecting the performance of circulation structural routes within a plan will be calculated as follows:

lution, heat insulation and noise control. Many different quantative measures of environmental performasce are employed, the common are : air temperature, relative humidity, air changes, daylight factor, sun index, thermal conductivity. etc. But such measurements are not possible in practice specially in large projects. Therefore, we should deal in the recent reflect the relationship between the geo-study wtih some measurements which metric and physical properties of a building and its environmental performance.

In practice, light conditions can be determined by room dimensions, window areas and obstructions before windows. Sunshine conditions can be measured by the percentage of total number of rooms enjoying sunshine, and by the ratio between the building height and the width of free space in front of window. Ventilation can be measured by the room height and air volume— and so on.

The measurement of performance of rooms micro-climate are summarized in the table (2) and calculated by the following formula:

$$F1113 = \mathrm{Sum}_{i=1}^{n} \ \mathrm{Sum}_{j=1}^{mc} \frac{RMC_{ij} \times WMC_{j}}{n \times mc}$$

F1113, objective function reflecting the performance of rooms micro-climate

n, number of rooms.

mc, number of properties to be satisfied. fied.

RMCij = 1, if room i satifies the minimum requiremests of property type j

RMCij = o, if room i doesn't satisfy the minimum requirements of property type j

WMCj = weighting coefficient reflecting the relative importance of each property to be satisfied.

Table (2)

J / I	min. height 1	lenght/ width ratio 2	window area/floor area ratio 3	width of unobst.space/height of obstruction 4	outside view 5	preferable orientation 6	......mc
room 1							
.							
.							
.							
room n							

3.1.1.2. Nuisance Restrictions

The elimination of the nuisance effects in the designing process is one of the major factors which affect the performance of human activities There are many types of nuisance such as noise. excessive odor, infection, menace to privacy, unsafety, fire risk......etc. The restriction of nuisance will be measured by the compatibility of each pair of rooms in the generation of, and tolerance to, various forms of nuisance. In any project we can distinguish four possible types of activities from the point of view of nuisance.

1. Generates Nuisance

1.1 Does not tolerate nuisance (a)

1.2 Tolerates nuisance (b)

2. Does not generate Nuisance

2.1 Does not tolerate nuisance (c)

2.2 Tolerates nuisance (d)

Development of Data

— Develop a table for different types of nuisance for each space in a typical plan design.

— Develop an association chart for each source of nuisance for all the spaces in the plan under consideration, by assigning the symbol "1" or"o" to spaces which satisfy or don't satisfy respectively the condition of compatibility. Illustrated example is shown in figure (3).

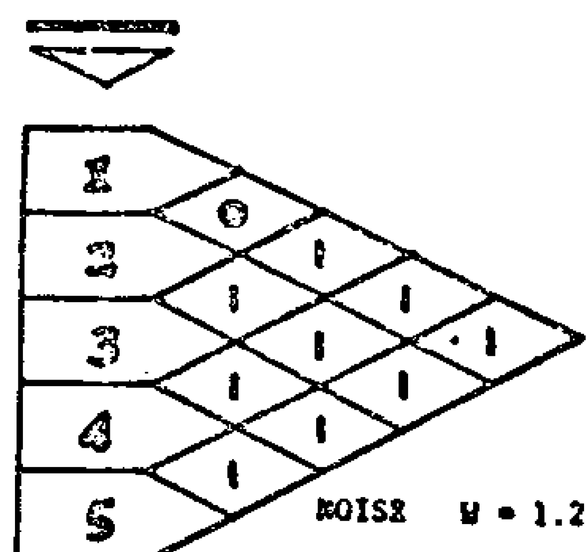
— Combining the individual association charts by the following formula :

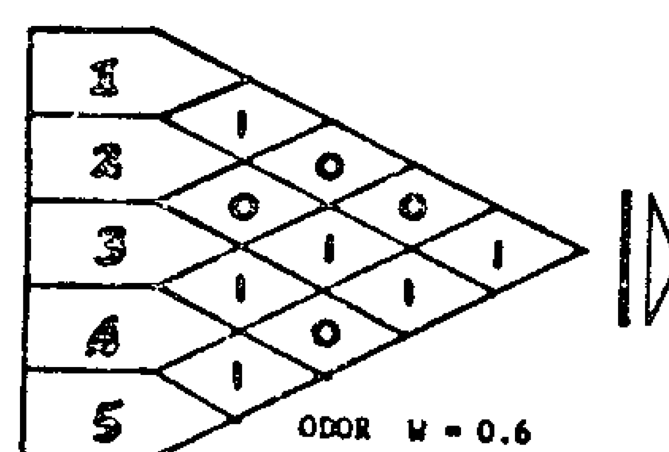
$$F1112 = \text{Sum}_{r=1}^{m}\ \text{Sum}_{i=1}^{n}\ \text{Sum}_{j=1}^{m}\ \frac{2NR_{ijr} \times Wr}{n(n-1)m}$$

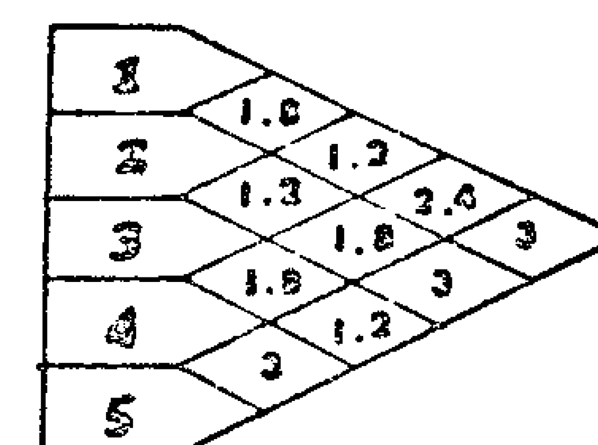
for $i \neq j$

F1112, objective function reflecting the performance of nuisance restriction

Space	NUISANCE TYPE NOISE	ODOR	Menace to Privacy
1	c	c	c
2	b	c	c
3	d	b	a
4	d	b	b
5	a	c	b







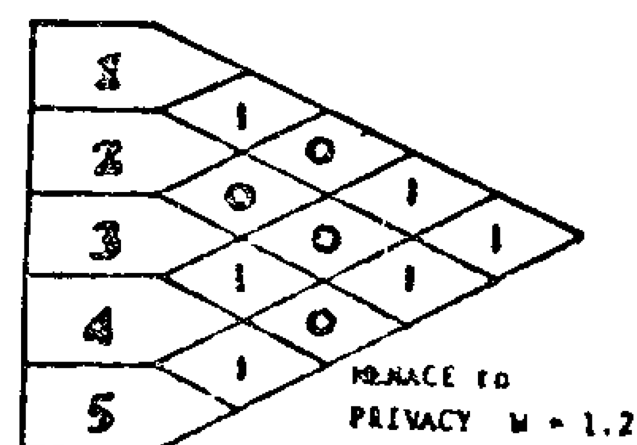


Fig. (3) Sequences of steps for defining the performance requirements for nuisance restrictions

n , number of rooms

mc, number of nuisance types.

NRijr = 1, if rooms i and j satisfy the condition of compatibility.

NRijr = o, if rooms i and j don't satisfy the condition of compatibility.

Wr, weighting coefficient reflecting the relative importance of each nuisance type.

we can obtain an approximate value which reflects the performance of rooms location in the plan under consideration from the point of view of nuisance restrictions. —

3.1.1.3. Rooms Micro-Climate

A comfortable living climate is understood here as being a well-ventilated room with a comfortable temperature. Other facttors determining living cosditions are: daylight, sunshine, air pol-

3. FORMULATION OF OBJECTIVE FUNCTIONS

3.1. The Performance of Functional Requirements

3.1.1. The Performance of Human Activities

3.1.1.1. Rooms Geometry

The performance of room geometry will be measured through the determination and the measurement of adequate and suitable spaces for activities occuring in a building. Our object is to deal with the satisfaction of the user's spacial requirements. The requirements of spaces for carrying out the various functions are required to be known.

Space standards will be dealt with as a characteristic of the actual usage of rooms. By studying the minimum dimensions required for performing each activity, we can determine the minimum spacial requirements for these activities.

Additional factors, such as the doors and windows location, must be taken into consideration when determining the performance of room geometry. Location of doors and windows should not prevent a comfortable use of space and suitable location of furnitures or equipment.

The measurement of performance of room geometry is summarized in Table (1) and calculated by the following formula :

$$F111 = \mathrm{Sum}_{i=1}^{n} \mathrm{Sum}_{j=1}^{g} \frac{Rg_{ij} \times Wg_i}{n \times g}$$

F111 , objective function reflecting the performance of rooms geometry

Rg_{ij} = 1, if room i satisfies the min. requirements of property type j.

Rg_{ij} = O, if room i doesn't satisfy the min. requirements of property type j.

n , number of rooms.

g , number of types of properties defining the quality of rooms geometry.

Wg_i , weighting coefficient reflecting the relative importance of each property.

Property (j) / room (i)	Area 1	Height 2	Doors Location 3	Windows Location 4	.... g
room (1)	Rg_{11}	...	...	...	Rg_{1g}
....	....	...	...	...	.....
room (n)	Rg_{n1}	...	...	...	Rg_{ng}

Table (1)

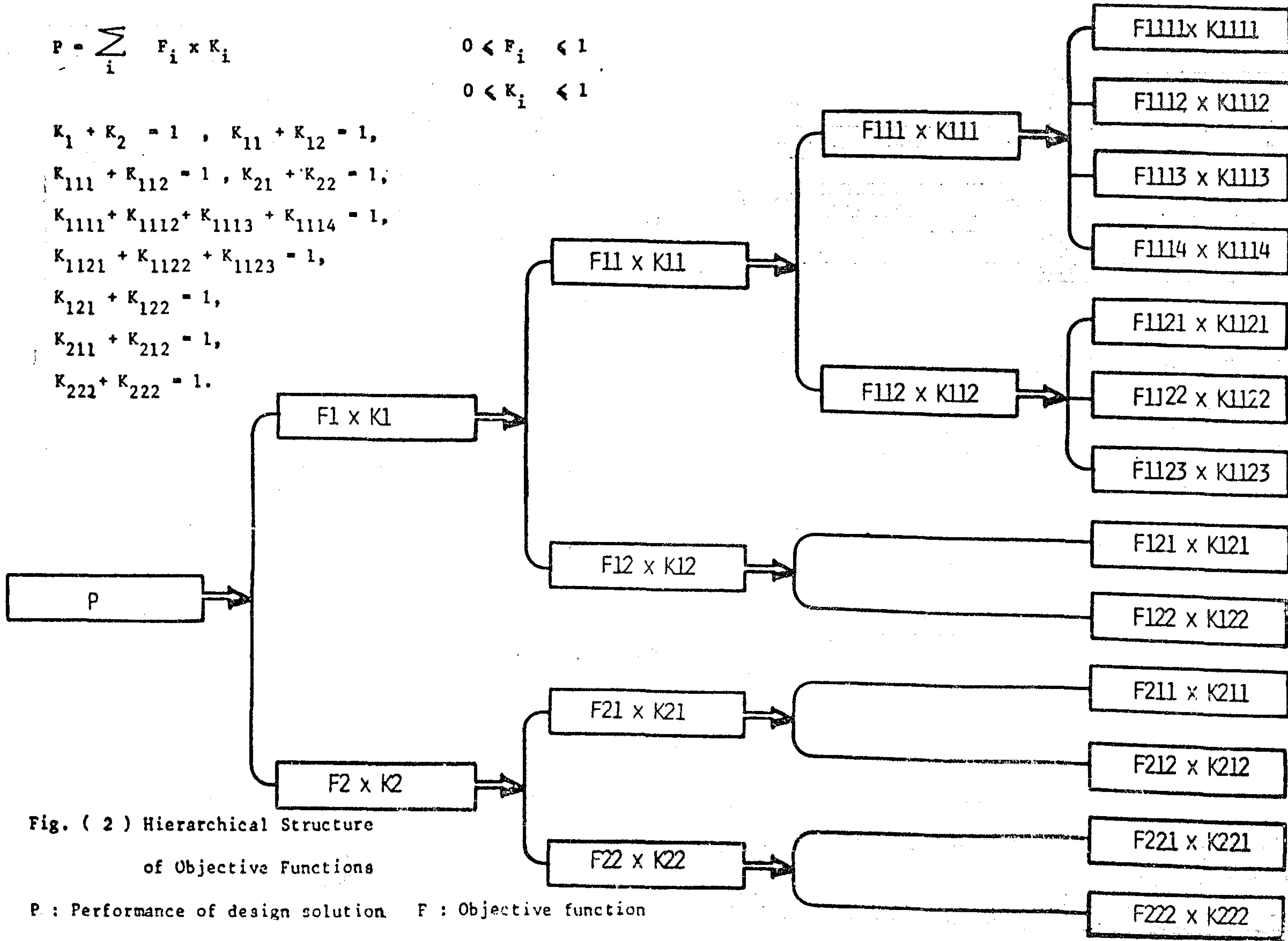
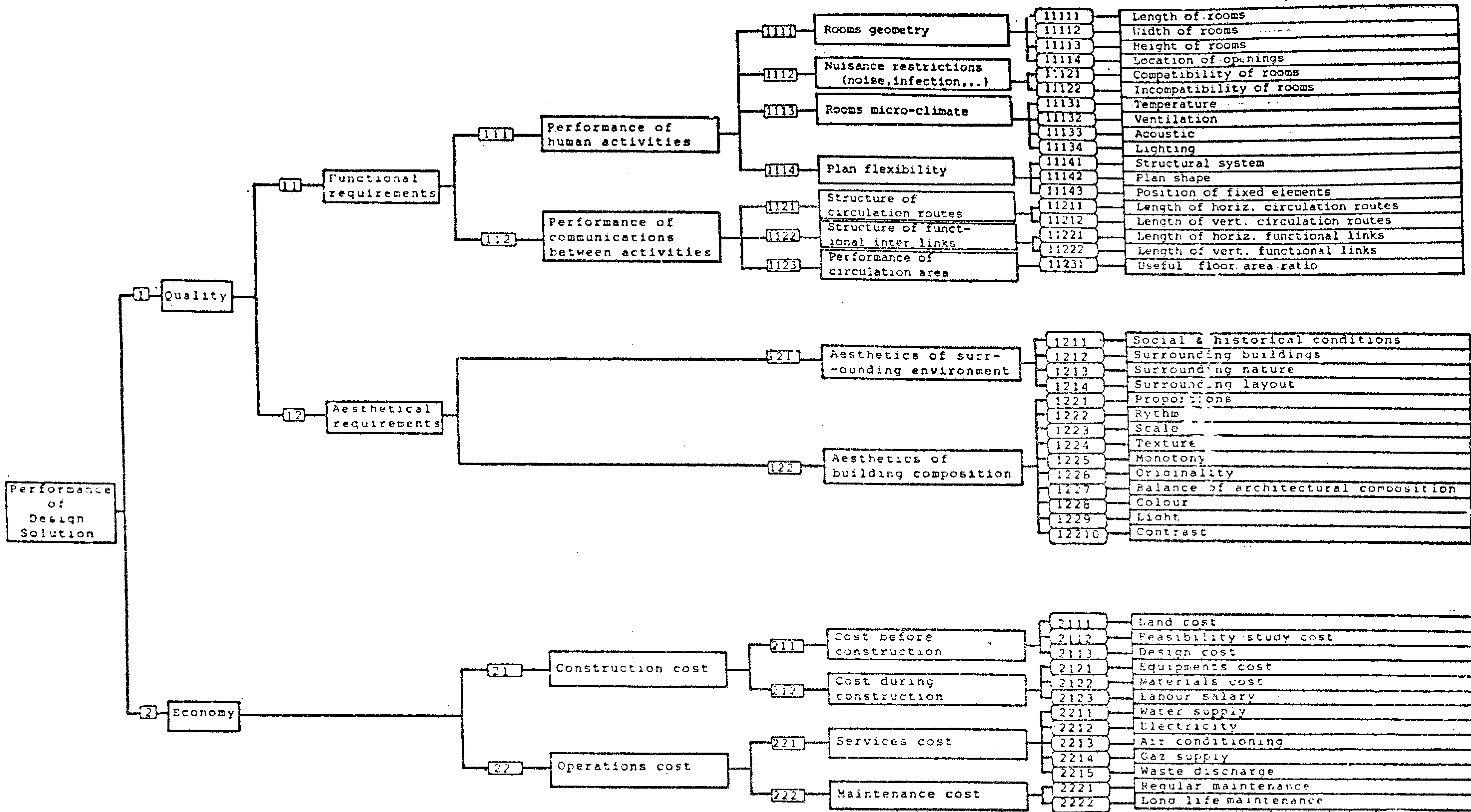


Fig. (2) Hierarchical Structure of Objective Functions

P : Performance of design solution F : Objective function



fig(1) HIERARCHICAL STRUCTURE OF PROPERTIES REFLECTING THE PERFORMANCE OF HOUSING DESIGN SOLUTION

means that will be used (form, materials, and method of construction).

In relation to the particular needs of the user, the performance requirements of a building would be expressed in general terms :

— sufficient space for intended activities.
— suitable micro-climate,
— plan flexibility, durability.
— easy maintenance, visual link with the exterior ...... etc.

We must note that these requirements cannot be described independently from the performance of the building as a whole. This is due to the fact that particular functions of the functional elements are not independant. Performance requirements at one level are dependant on the requirements at the level immediately above it. Consequently, it is not possible to develop specifications that are purely in performance terms, unless we are able to describe the requirements at the level of the whole building first of all.

User's requirements consist of a hierarchy of requirements, each of which relates building performance to benefit. In analyzing user's requirements, we break down this hierarchy in order to arrive at a level of details where building performance can be measured. —

As an aid to visualizing the breakdown of the problem to its tiniest components, the tree diagram of graph theory is used, Clearly the root of the tree represents the root of the problem (performance of design solution), its division into branches represents the division of the problem into major categories (quality and economy of design solution), and each terminal vertex represents a single misfit variable (Fig. 1).

A conventional solution may be found by solving each misfit variable, and building up a complete answer by synthesizing these small ones successively.

Part of the problem is in deciding just what are the relevant variables. These variables should be comparable in scope and should also be independent of each other, but not in the usual sense of the term. In Fig (1), the hierachical structure of user's requirements is developed to include about sixty misfit variables which represent the basic properties identifying the performance of design solution. The properties may be expressed in different units of measurements according to the level at which they operate.

The formulation of the proposed model is based on the optimization of an objective function P (performance of design solution) which is a linear function :

$$P = \text{Sum } i \ (Fi \times Ki)$$

where F 1, F 2, ... F n reflect measurable means of expressing the user's requirements such as functional, aesthetical, economical, physical, environmental and so on. K 1, K 2, ... K n are weighting coefficients reflecting the role of each component function in the whole design process. These coefficients depend on the type of building and other considerations and can be evaluated by using the method of experts "Delphi Method".

The major problem is the mathematical formulation of each of the multiple objective functions (F 1, F 2, ... F n). The technique adapted for grouping and synthesis of these objective functions is shown in Fig. (2).

A MODEL FOR EVALUATING THE PERFORMANCE OF DESIGN SOLUTION ,

Part one : Model Formulation

Dr. MAGDA METWALLY,

Dept. of Housing & Urban Planning, GOHBPR*.

1. PROBLEM DEFINITION

The design problem can be solved in a variety of ways. It is rare for one alternative to be an exact substitute for another. Each solution tends to provide different benefits and to have a different cost. A design is judged not only by his appearance, by the way it functions or by its cost, but by all three, that, is by the value it provides for the money spent.

The major problem arising when using numerical techniques for the design evaluation is the difficulty of applying the evaluating techniques to architectural problems. The performance concept allows us to reformulate our knowledge of the resources from which the building is assembled and relates it to the value system of building's user. It is a procedure used to describe desired attributes of a system in order to fulfill the user's requirements. In other words, it is a measure of physical attributes of buildings.

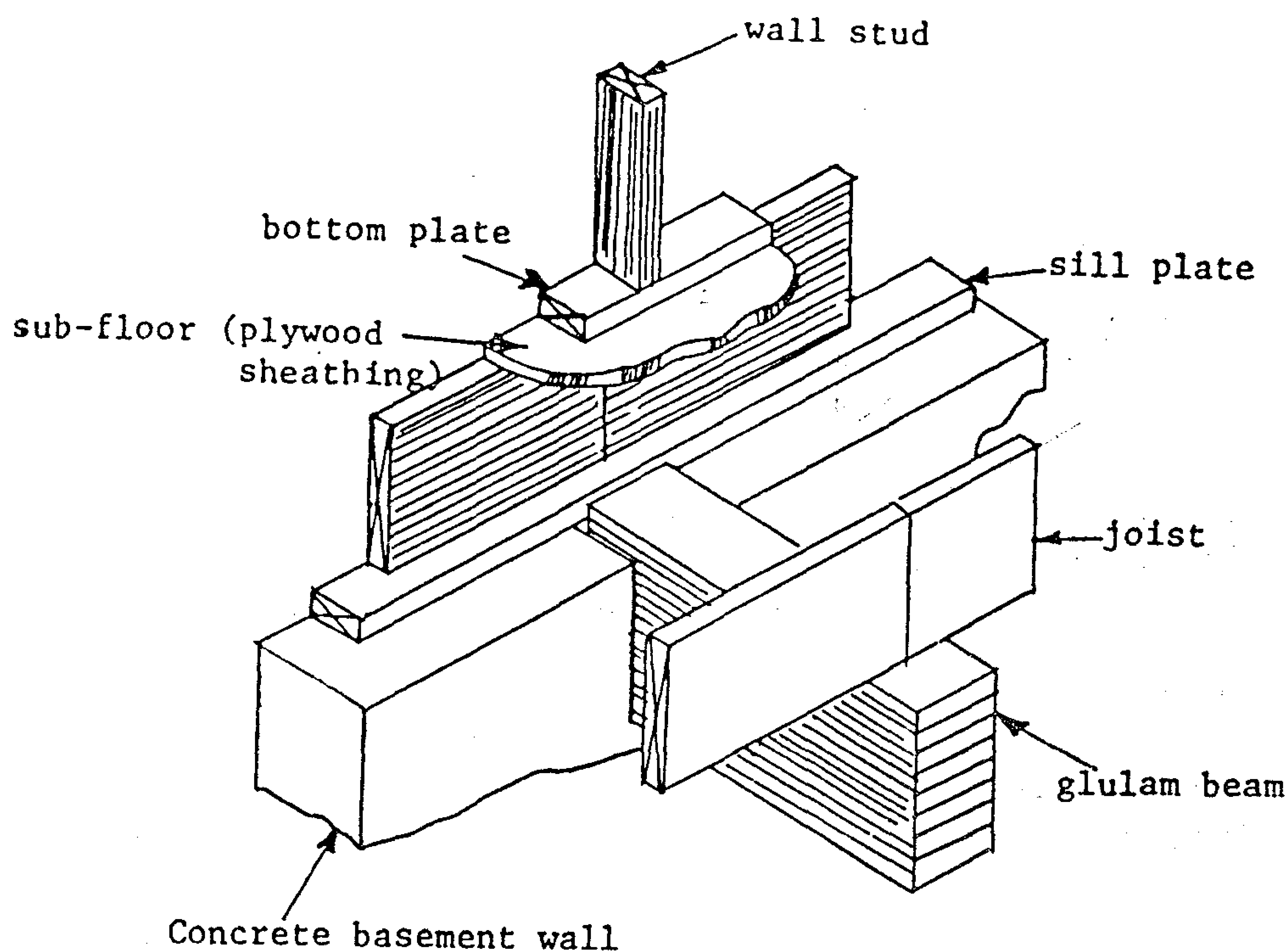
The performance concept consists of a set of elements sequentially developed and begins with the performance requirements. Performance criteria are those characteristics used to assess the degree of fulfillment of the requirements. Once criteria are identified, there is a need to develop a method of evaluating solutions prescribed to satisfy the requirements against such criteria. The most evaluative techniques are based on physical tests. But some criteria do not lend themselves to numerical evaluation, so that simulation techniques will have to be utilized to determine if the solution is satisfactory. In other cases the judgement of experts may be the only evaluation possible.

2. MODEL FORMULATION ...

The model developed in our study, for the purpose of "making an assessment of quality more objective", is not claimed to give an exact "grade" or "mark" to a particular building. It does aim, however, at providing a certain number of elements which allow an evaluation to be made on the basis of the quantifiable features of the building. This evaluation enables not only the owner, but also user, architect, contractor and manufacturer to make their decisions with less uncertainty than before.

The building design process starts with user needs and end up with a physical solution. At the risk of over simplification, we can say that the design is good if the proposed solution corresponds to the needs that were identified. The verification of this "correspondence" is only possible if we introduce an intermediate stage where the performance requirements are described. In other words, there must be a method for describing the requirements that the solution is supposed to satisfy, without prejudging the

* GENERAL ORGANIZATION OF HOUSING BUILDING AND PLANNING RESEARCH.



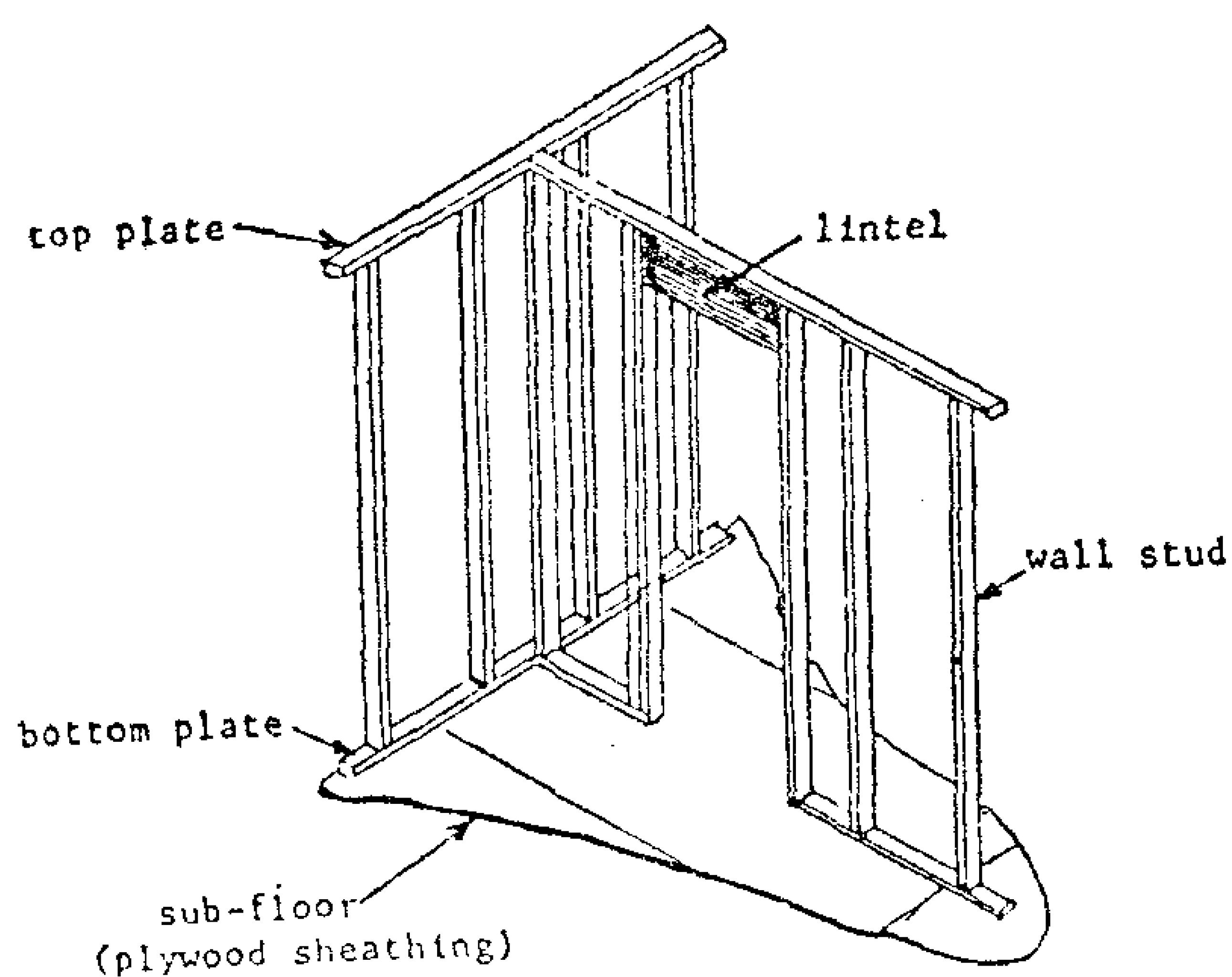
Assembly of Floor and Wall System
Figure 3

ditions should be given when formulating these guidelines. Grading system should consider factors such as availability of equipment for grading, types of timber species to be grouped and the level of technical know-how in developing countries. The lack of design standards at this stage should not be considered as a draw back for the initial development of the timber industry. Standards are an outcome of a particular usage of a material. As rational use of timber develops and grows, standards will gradually develop.

Developing Countries might consider adopting the grading system and design standards used in the developed world as an interim measure. The serious drawback in this approach is once a practice is adopted and gets entrenched into the system, it will be difficult to change from it. The growth of scientific knowledge in most developing countries have lacked originality. The main reason for this lack of originality has been the adoptation of standards used in developed world. Althouth the educated elite have found this approach coonvenient and less expensive, this has alienated the indigenous population from taking part in this technological awakening.

If the timber components, are to be designed and erected on a rational basis, it is necessary to have well trained personnel, namely skilled tradesman, technical staff and professional. Structural Engineer should first limit himself to designing simple and practical structural components. The fabrication and eriction of these structural elements should require labour intensive techniques, inexpensive and less epuipment. Carpenters should be taught to appreciate the capability of timber in carrying loads. They should realise that the components have been engineered to the specific use and should take great care in putting the components together.

I am confident that timber technology can be developed sufficiently in developing countries and it can find suitable application in these countries.



Typical Wall Framing
Figure 2

then tilted up into place. This ensures speedy construction ot the wall system. The wall panel can be assembled and tilted up into position by two men. The wall panel formed by the studs is sheathed on both sides. Interior walls are sheathed with gypsum board on both sides, and painted or decorative panelling is used for aesthetics. Exterior walls have gypsum board on the interior face and plywood or chipboard sheathing on the exterior face. The exterior plywood sheathing is usually 6 mm thick.

In cold climate, insulation is placed in between the stud spaces on exterior walls. Polyethylene sheets are stapled on to the studs on the interior side of the exterior wall. The polyethylene acts as a vapour barrier. Gypsum boards are then fixed over the polyethylene sheets. Building papers are attached to exterior sheathing of walls to prevent moisture penetration but it will allow air (containing water vapour) to escape from the wall to the outside. Exterior finishes such as brickwork, stonework, stucco. siding are then provided over the building paper. Nailing requirements for construction of wall systems are given in handbooks. An assembly of floor and wall system is shown in Fig. 3.

Roof System :

Different roof shapes are used in residential construction. Roof system usually consists of prefabricated pitched roof trusses at 600mm on centre. Roof trusses are covered over by plywood sheathing which is attached to trusses by nails or clips. Roof finish is either asphalt shingles or wood shakes placed over the roof sheathing. Roof is framed with rafters where the use of roof trusses is impractical. Ceiling is formed by attaching gypsum board or decorative panelling to the bottom chord of trusses. When rafters are used for the roof, additional joists are usually provided to attach the ceiling board. Insulation is placed in the attic space above the ceiling.

The construction of the structural skeleton of a house ofl floor area 180sq.m. can be dône in ten days by a crew of four.

General Comments

The main drawback of using timber in residential construction in developing countries is its exposure to fire as a result of our open stove cooking facilities. However presently many houses in villages are of timber construction and with thatched roofs. They have been used successfully with open stove cooking facilities. A solution to the dangers of fire is to construct with non-combustrible materials those areas, which are exposed to fire. I am not advocating that timber should be a major building material for resisdential construction in developing countries. However there is a need for proper use of timber and opportunities for wider use should be investigated. Efficient and wider use of timber would result if our timber industry can grow to meet these challenges. An overall review of the timber industry is necessary to map out it's path for growth and development.

One of the primary steps to be taken in promoting the engineering use of timber should be in determining the properties and classifying the species. I am aware that such a program is underway in developing countries. Other stéps to be considered are setting up a grading system, drawing up guidelines for design and techniques of assembly. Consideration to local con-

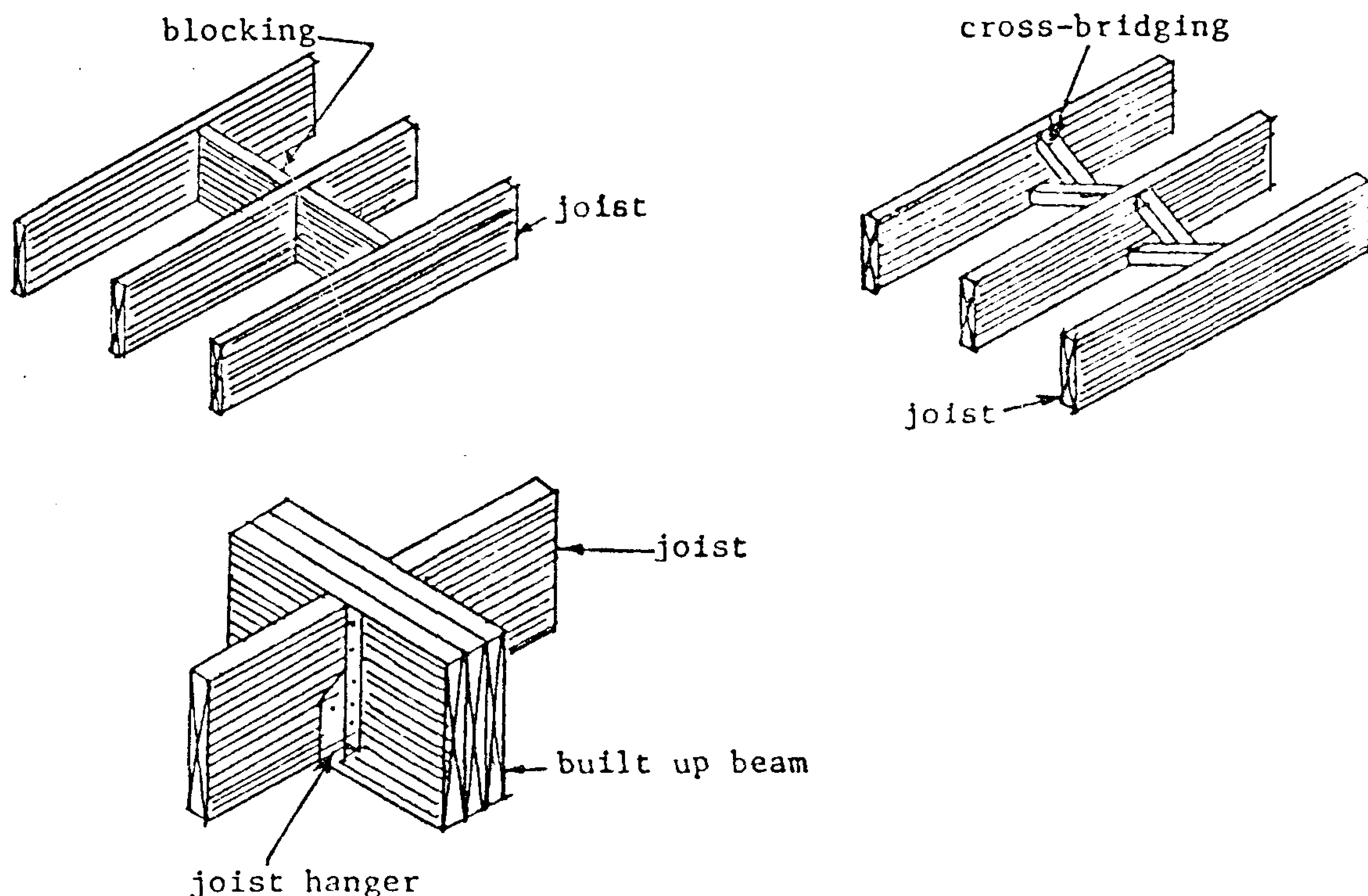


Figure 1

and support of floor systems are given in handbooks, as are guidelines for framing joists around small or standard openings, such as stairwells. It may be necessary to drill holes or cut notches in joists to pass electrical wiring, plumbing pipe or other services. Guidelines for the sizes and locations of these holes and notches are available, so as not to affect the structural safety of joists. Floor finish such as carpets, tiles or linoleum is placed on top of the subfloor The ceiling is gypsum board fixed to the underside of floor joists and painted.

Wall System

The wall system consists of vertical timber members called studs placed at regular intervals. Studs are either 38 by 89 (2 by 4) or 38 by 140 (2 by 6) in size and are placed with the wider face perpendicular to the plane of the wall. The studs are continuous to the full storey height except at door and window openings These studs are nailed to horizontal members at the top and bottom of the storey. These horizontal members are referred to as top and bottom plates. These plates are nailed to the floor system above and below (Fig. 2). Lintels over door and window openings are usually built up beams. The studs are doubled on either side of these openings. Centre to centre spacings of studs in non-load bearing walls are 400mm and in load bearing walls are usually either 300mm or 400mm.

The wall panel, consisting of studs, top and bottom plates is assembled flat on the already completed subfloor and

---

Note : Timber industry in Canada is in the transition stage from imperial to SI units. Factories are producing the timber sizes in imperial units. 2 by 8 is the nominal size of joist (2 inch wide and 8 inchdeep). The actual or finished size of joist is $1\frac{1}{2}$ inch wide and $7\frac{1}{4}$ inch deep. The metric notation for 2 by 8 used on drawings is 38 by 184 which is the directconversion for the actual joist size of $1\frac{1}{2}$ by $7\frac{1}{4}$.

STRUCTURAL USE OF TIMBER IN RESIDENTIAL CONSTRUCTION

by

N. Paskaran*

ABSTRACT

This article briefly describes the different structural components in timber that are used in residential construction. It is meant as information to Engineers on the level of timber technology in residential construction in the developed world, specifically in North America. Some comments regarding the development of timber technology are presented.

INTRODUCTION

Timber is used extensively in residential construction in the regions of North America where timber supply is plentiful. The timber industry here is in an advanced stage in the fields of manufacture, design and construction. The lumber is graded and classified by certified lumber authorities according to well established rules. The properties of many of the timber species are documented. Standards are set for the production of different lumber sizes. This ensures consistenct in properties and sizes across North America. Design recommendations are codified and a wide variety of structural forms are used. The techniques and tools for assembly and erection of components are well developed. The personnel, both technical and skilled tradesman are trained and equipped to complete any project efficiently. Western Canada is one of the regions where almost all, the houses are constructed in timber.

Floor System

The floor system consists of subfloor supported by timber joists. Timber joists are either 38 x 184 (2 x8) or 38 x 235 (2 x 10) in size and are spaced usually at 400mm on centre. The joists are used over spans ranging from 3m to 6m. Plywood sheet 16mm or 20mm thick) referred to as sheathing is used as subfloor and is nailed down and glued to the joist. Joints between plywood sheets on the subfloor occur over the joints and arrestaggered. Lateral restraint for joists - to prevent twisting or rolling-should be provided at end supports and between supports. At end supports, joists should be naild down. At intermediate locations, they can be laterally supported with bridging, blocking or strapping. Bridging consists of 38 by 38 lumber naild between joists, at the top and bottom of each joist. Blocking consists of solid pieces of lumber fitted tightly between joists, and securely nailed in place. (Fig. 1) Floor joists can be cantilevered past their support. Non-load bearing partitions perpendicular to floor joists may be placed anywhere, but parallel to floor joists should be supported on double joists. Load bearing walls can be supported on floor joists and joists should be designed to carry these loads.

The joists are supported along the perimeter of the building on plinth beam or grade beam or basement wall. They are supported on a beam or timber wall in the interior of the house. The beam can be a steel beam, glued laminated (glu-lam) beam or a built up beam. The built up beam is commonly used and is constructed by nailing three or more joist sizes together. Glu-lam is produced in factories by gluing timber laminations together to get the desired depth. Glu-lam beams are structurally stronger than built up beams. The joists can either sit on top of the beam or frame into the side of the beam using mechanical devices called joist hangers (fig. 1). The nailing requirements for assembly

---

Lecturer, the Nortern Alberta Institute of Technology, Edmonton, Alberta. Cunada.

having a peak that means that as the
having a peak that means that as the
clay content increases the shear strength of the soil increlses until it reaches a maximum value and then decreases as the clay content increases. This trend may be explained as follows. As the clay content increases more compacted structure, and consequently higher strength is obtained. By more increase in the clay content the soil behaves as being entirely clayey soil which is as known difficult to compact.

For soils of higher water content, curves become flater and as the water content get closer to the liquid limits, the peak almost vanishes. Similar obser- vation have preiously been reported by Rethati (1973).

CONCLUSIONS :

1. Water content has a great influence on the soil strength of soils having water contents around their plastic limits.

2. After a certain point which has a water content equal to about 0.6 the liquid limit, the influence of water content on the shear strength becomes quite small.

3. Althouh soils having water contents between shrinkage and plastic limits were not investigated in the present work, it can be anticipated that their shear strength in this range (semi solid state) is lower than that in the the plastic range.

4. Soil of water content around the plastic limit have shear strength which increase as clay content increases until reaches a maximum value then it decreases. On the other hand, the clay content has a small influence on the shear strength of the soils which have water contents near to their liquid limits.

REFERENCES

BAHR, M.A. (1983), «Shear Strength Characteristics For Soms Clayey Nile Deposits», M.Sc. Thesis, Al-Azhar University, Cairo, Egypt.

BISHOP, A.W., WEBB, D.L. and LEWIN, P.I. (1965), «Undisturbed Samples of London Clay From the Ashford Common Shaft : Strength - Effective Relationship.», Geotechnique, Vol. 15, pp. 1-31.

GERARD, C.J. (1965), «The Influence of Soil Moisture, Soil Texture, Drying Conditions and Exchangeable Cations on Soil Strength», Soil Science Society of America, Vol. .9. pp. 641-645.

KULAKARNI, R.P. (1973), «Effect of Structure on Properties of Marine Clay», Proc. of the 8th Int. Conf. on Soil Mech. and Found. Enging., Vol. 1, pp. 217-220.

LAMBE, T.W., and WHITMAN. R.V. (1969). «Soil Mechanics» McGraw Hill Co. New York.

RETWAT, L. (1973) «Soil Condition as Characterized by the Unconfined Compressive Strength», Proc. of the 8th Int. Conf. on Soil Mech. and Found. Enging., Vol. 1, pp. 343-344.

YOSHINARI, M. (1967), «Compressive Strength vs: Water Content Curve of Undisturbed and Remotlded Soils» Proc. of the 3rd. Asian Reg. Conf., on Soil Mech. and Found. Enging. Vol. 1, pp. 327-330.

YOUSSEF, M.S., EL-RAMLI. A.H. and EL-DEMERY, M.C. (1965), «Relationships between Shear Strength, Consolidation, Liquid Limit, and Plastic Limit for Remoulded Clays», Proc. of the 6th Int. Conf. on Soil Mech. and Found. Enging., Vol. 1, pp. 126-129.

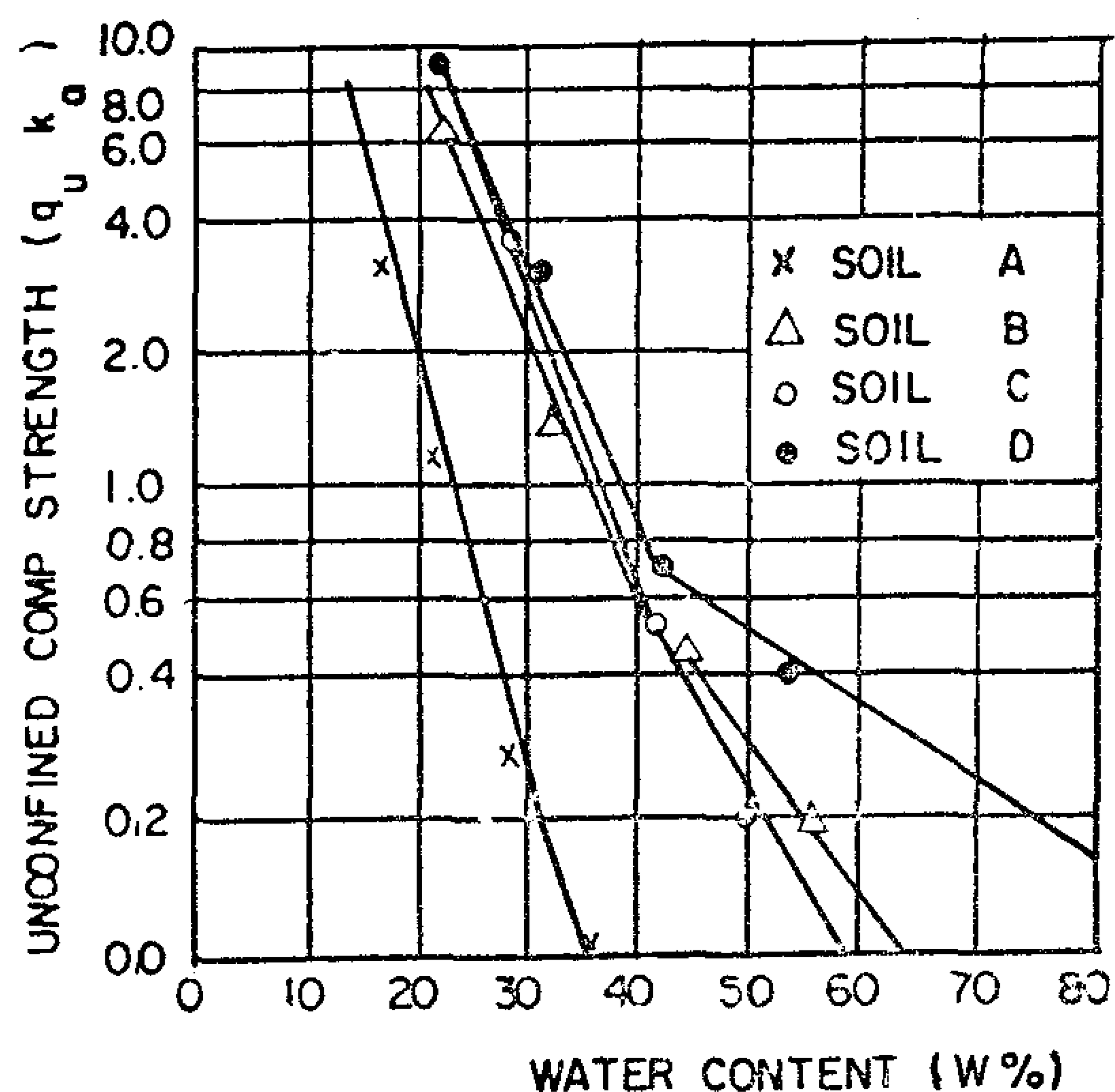


FIG. 3 q_u – W Relationship

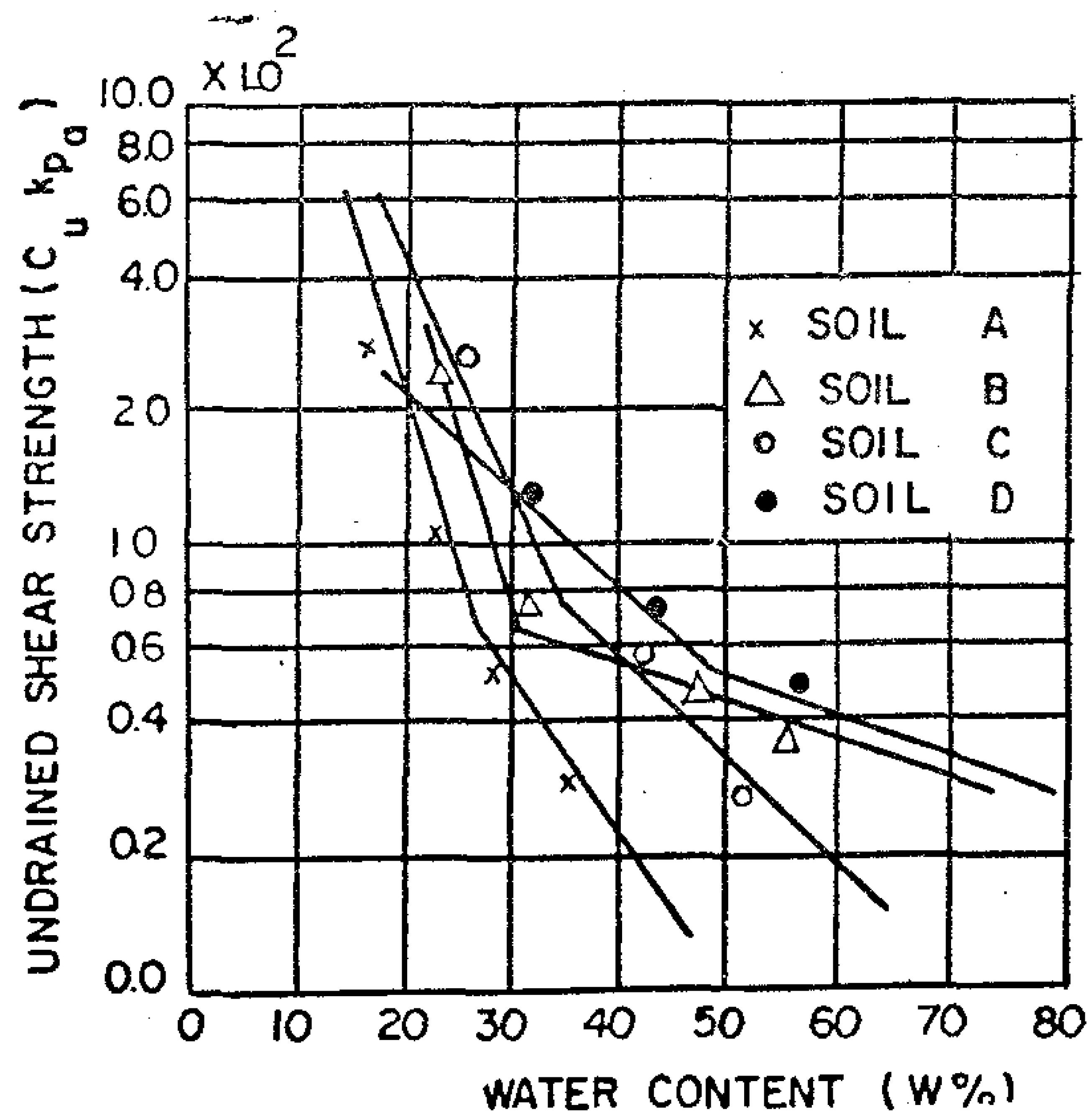


FIG 4 C_u – W Relationship

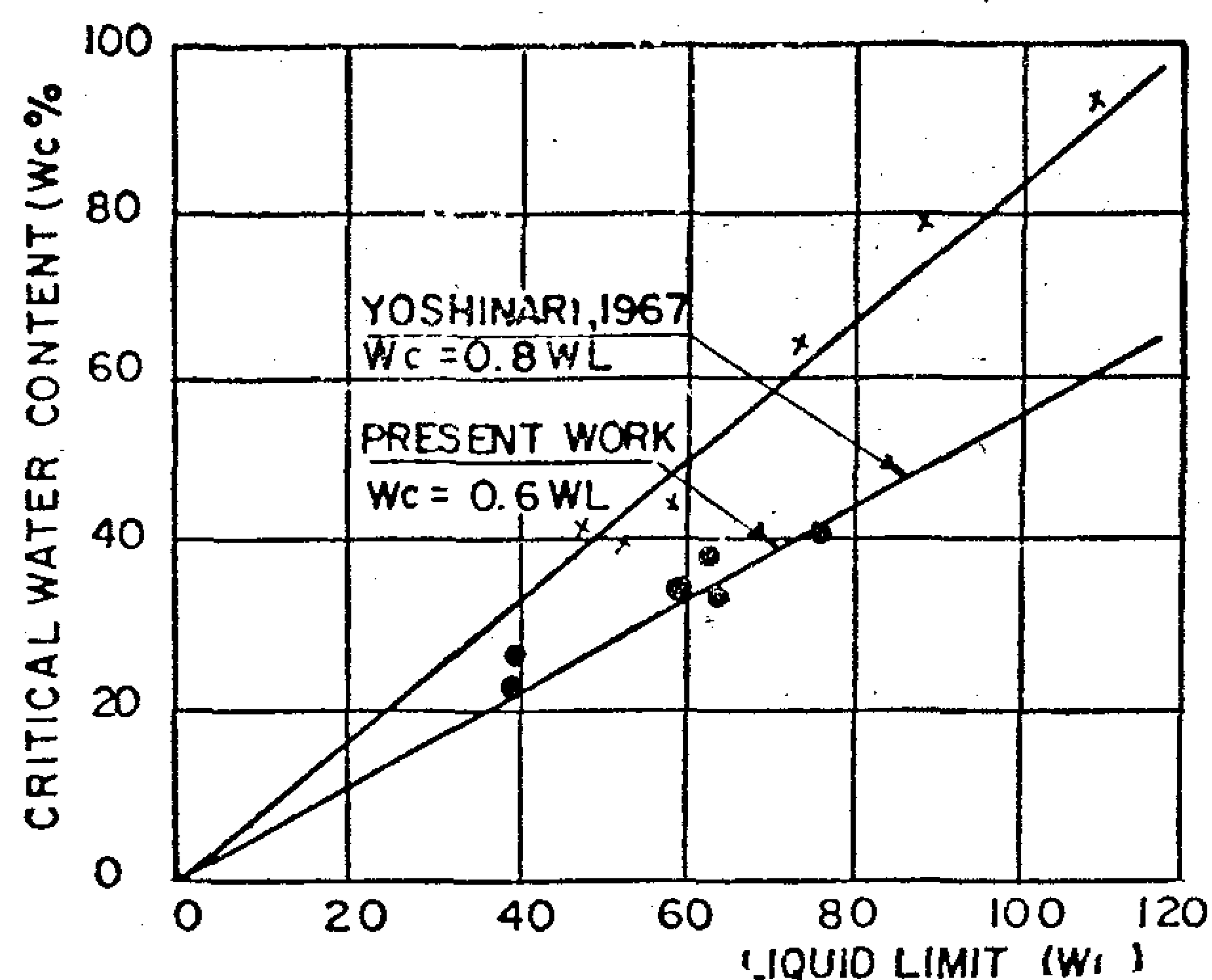


FIG 5 Relationship Between Critical Water Content and Liquid Limit

Influence of Clay Content On Soil Strength:

Fig. 6 and 7 shown the relationship between the clay content and the unconfined compressive strength and the undrained shear strength respectively. It was observed that this relationship is greatly dependent on the water content.

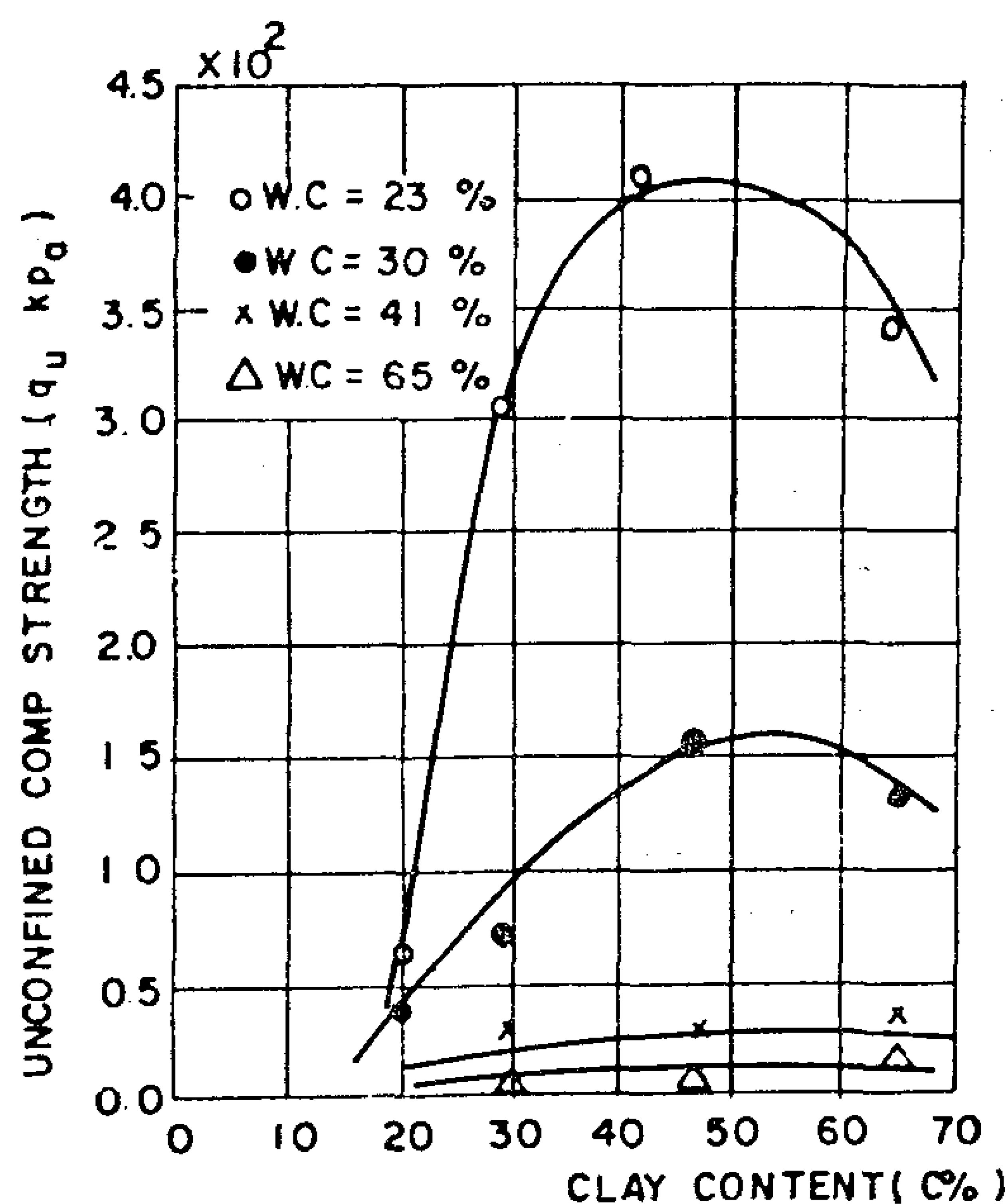


FIG 6 q_u - C Relationship

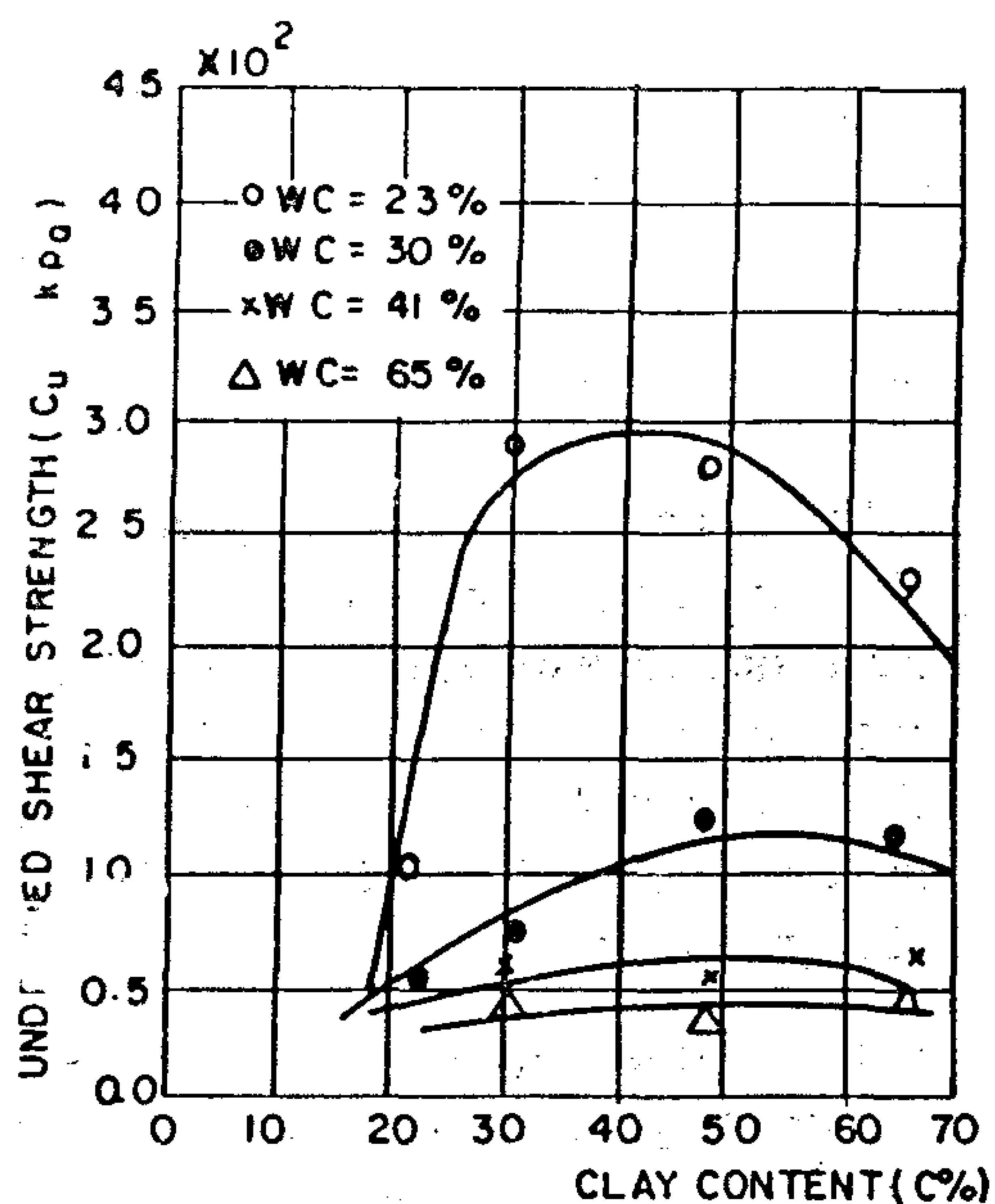


FIG 7 C_u - C Relationship

For soils of water contents near to the plastic limits, the relationship between the clay content and the soil strength can be represented by a curve

Table 1 Index Properties of Tested Material.

Soil Type	Wp %	W_L %	PI %	Sand %	Silt %	Clay %
A	18	40	22	29	50	21
B	23	64	41	12	58	30
C	23	60	37	8	45	47
D	31	76	45	0	35	65

EXPERIMENTAL RESULTS :

Influence of Water Content On Soil Strength.

The relationship between water content and unconfined compressive strength and the undrained shear strength are shown on Fig. 1 and Fig.2 respectively. It can be observed that for soils of water content around the plastic limit, the water content has a great influence on the soil strength such as a small increase in the water content may cause a sharp drop in the soil strength. However, as the water content reaches the level of (Wp + 0.5 PI) the influence of variation in water content on soil strength becomes relatively small. The configuration of the curves which are shown on Fig. 1 and 2. is similar to that obtained by Gerard 1965) for the same relationship.

Fig.3 and Fig.4, show that the relationship between the water content and soil strength can be represented by a straight line if it is plotted on a semi- logarithmic scale. The straight line consists of two parts. The slope of the first part is much steeper than the slop of the second part giving an indication for a relatively great influence of the water content around the plasctic limit on the shear strength.

The relationships shown on Fig. 3 and 4 are, in general, similar to those obatined by Yoshinari (1967) but the slope of the second part of the straight line as obtained by Yoshinari is steeper than that of the first part contrary to what was obtained at the present work. The tangential slopes for the curves shown on Fig. 1 and 2 imply that the slopes of the two parts shuld follow the configurations shown on Fig. 3 and 4.

It was found that there is a relationship between the water content (called critical water content) corresponding to the point of intersection of the two parts of the straight line and the liquid limits of the tested soils. This relationship together with that obtained by Yoshinari (1967) is shown on Fig. 5.

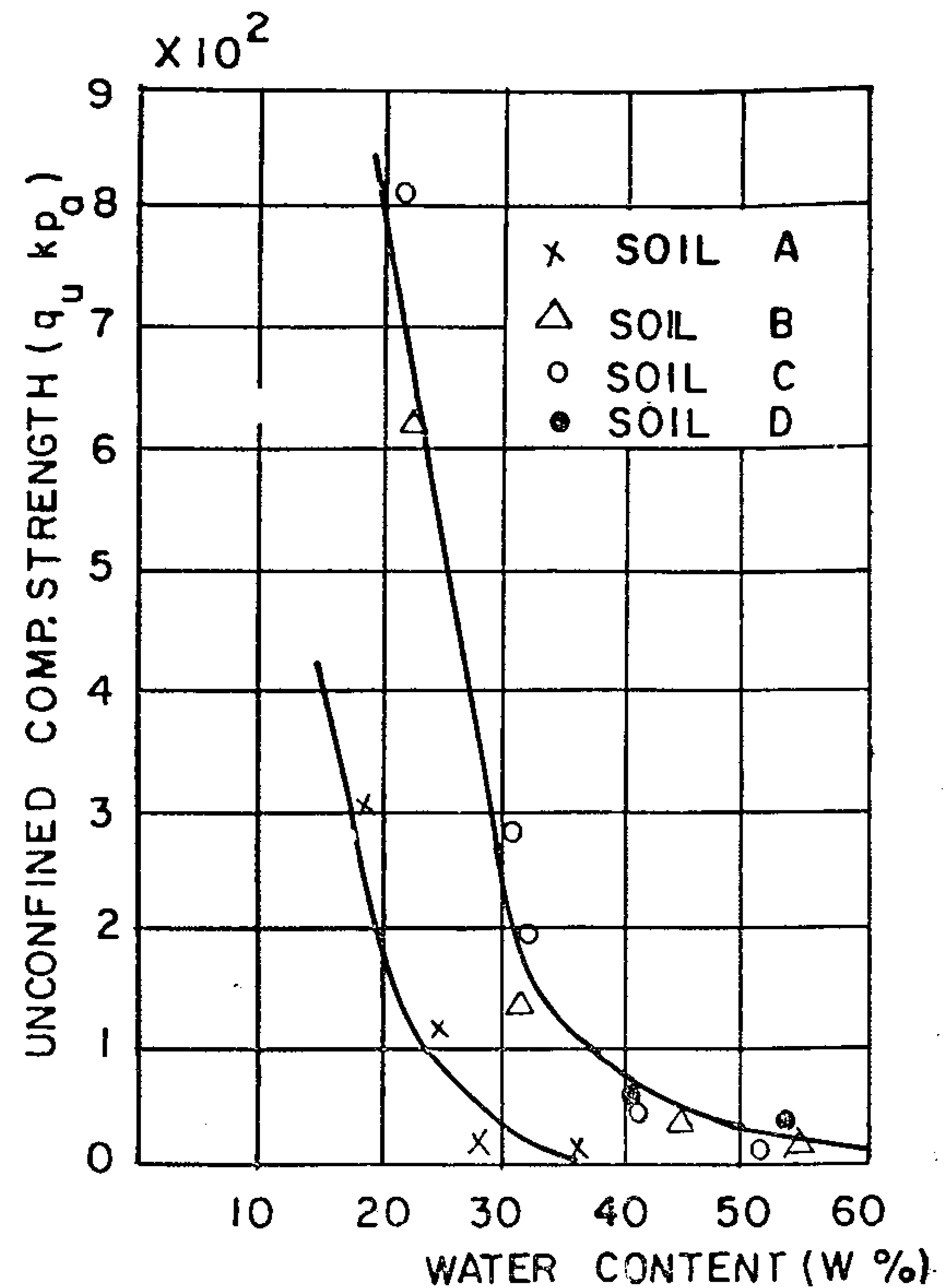


FIG. 1 q_u - W Relationship

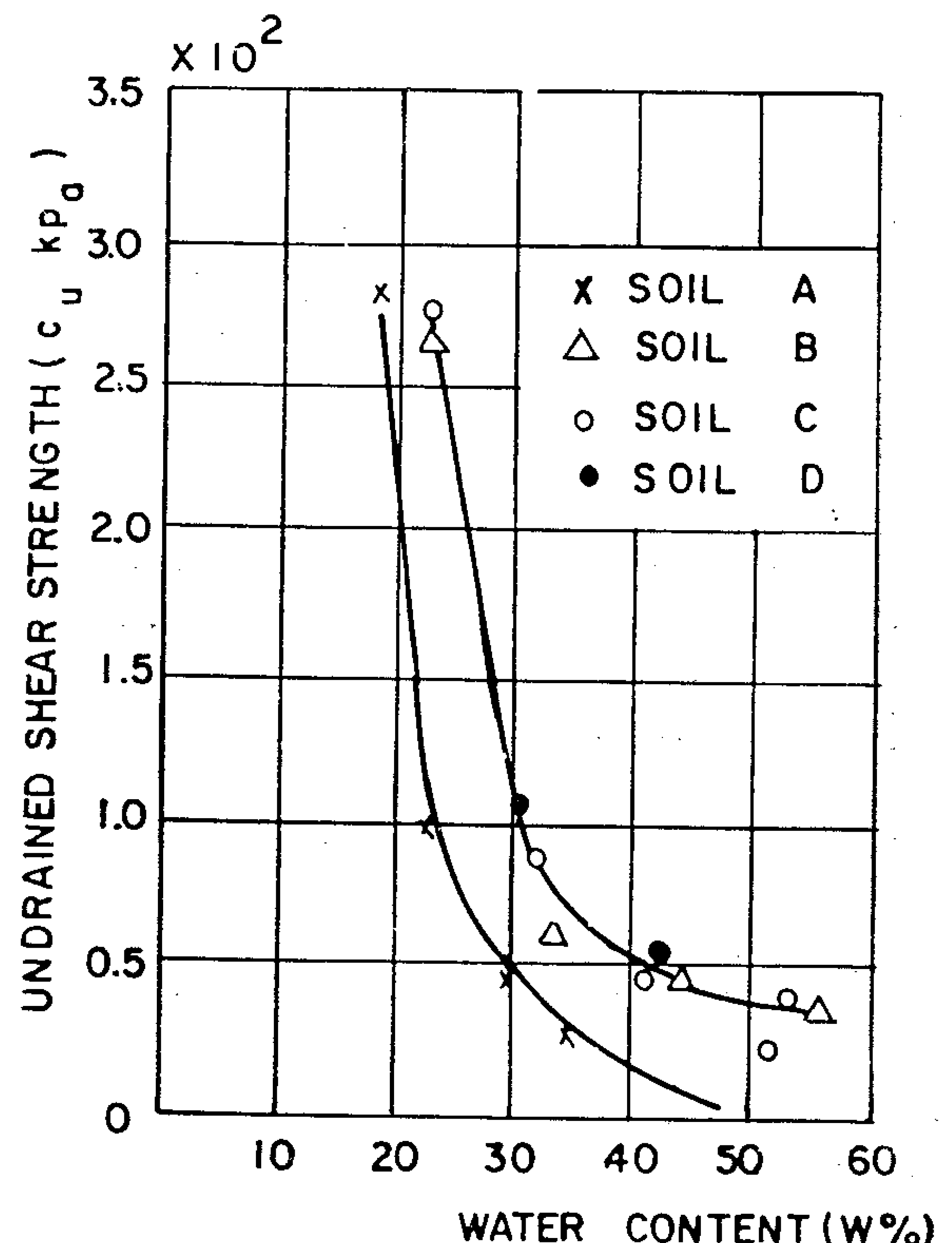


FIG. 2 C_u - W Relationship

SOME INFLUENCE OF WATER AND CLAY CONTENT ON SHEAR STRENGTH

EL SOHBY, M.A.; RABBAA, S.A. & BAHR, M.A.

Dept. of Givil Eng., AL-AZHAR Univ. Cairo, Egypt

SYNOPSIS :

This paper presents an experimental study for the influence of variation in water and clay contents on shear strength of clayey soils. Two series of unconfined compression and undrained triaxial tests were carried out on prepared soils of water contents ranging from plastic limits to near liquid limits and of clay contents ranging from 20% to about 70%. It is observed that the relationship between either the unconfined compressive strength or the undrained shear strength and the water content can be represented by a straight line of two parts having different slopes. It is found that the water content corresponding to the intersection point of the two parts is linearly related to the liquid limit of the soil. It is also found that for soils of water content around the plastic limit, the relationship between the soil strength and the clay content is represented by a curve having a peak. For soils of higher water contents this curve becomes flatter and the peak almost vanishes as the water content reaches the liquid limit.

INTRODUCTION :

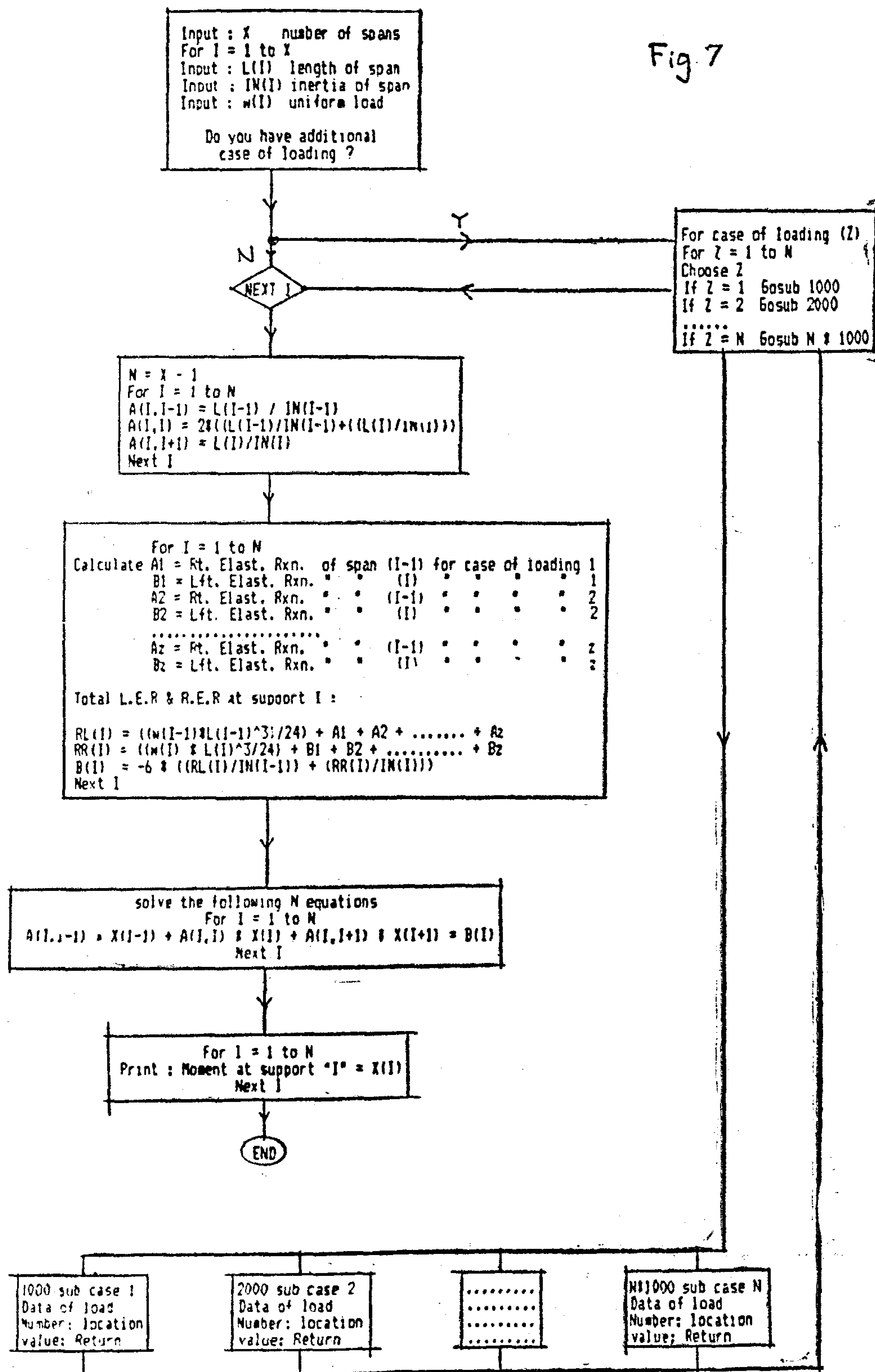
It is well recognized that among different factors, the water content and the clay content have a great influence on the shear strength of the clayey soils. The relationship between the water content and the shear strength has been investigated by many research workers. It has been found that this relationship can be represented on a semi-log scale plot by a straight line (Bishop et al, 1965; Gerard, 1965; Lambe and Whitman, 1969; Youssef et al, 1956; and others). Yoshinari (1967) reported that the water content-shear strength relationship is a straight line of two parts having different slopes. Yoshinari found that there is a linear relationship between the water content corresponding to the point of intersection of the two straight line parts (called critical water content) and the liquid limit of the soil.

Rethati (1973) reported that the relationship between the clay content and the shear strength can be represented by a curve having a peak which gets flatter as the soil gets softer.

The present work presents an investigation for the influence of variation in the water content and the clay content on the shear strength of the clayey soils within the plastic range. Four soils of different clay contents were mixed by different water contents and tested by using both unconfined compression and triaxial testing techniques.

MATERIAL AND TESTING TECHNIQUE

Four soils; A, B, C and D were taken from different locations in Cairo and the Nile Delta to represent a relatively wide range of clay content; between 20% and about 70%. For each soil, four samples were prepared with water contents within the plastic range. The water contents of the four samples were chosen to be equal to : (Wp), (Wp+ 0.25 PI), (Wp+0.50 PI) and (Wp+0.75 PI), where Wp and PI are the plastic limit and the plasticity index respectively. The shear strength of each sample was determined twice; the first by using the unconfined compression testing technique and the second by using the undrained triaxial testing technique. The index properties of the tested soils are shown on Table 1.



5. Buiding Code Requirements for Reinforced Concrete (ACI 318-63) ; American Concrete Institute, Detroit, 1963.

6. Building Code Requirement for Reinforced Concrete (ACI 318-71), (ACI 318-77), (ACI 318-83), American Concrete Institute. Detroit, 1971, 1977, 1983.

cording to their relative flexural stiffness and to the torsional stiffness of the marginal beam.

Shearing forces and bending moments in beams between supports are calculated with two different approaches. According to article 13.6.5.1 of ACI 318-83, sufficiently rigid beams «shall be proportioned to resist shear caused by factored loads on tributary areas bounded by 45 deg lines drawn from the corners of the panels and the centerlines of the adjacent panels parallel to the long sides». This load configuration is identical to that of the Egyptian code.

The bending moments in beams are not computed from the slab loads. Instead, beams between supports are assigned a portion of the calculated column strip moment in proportion of their flexural stiffness relative to the slabs they support. According to article 13.6.5.1, sufficiently rigid beams resist 85% of the column strip moments and the rest is resisted by the slab. The code ignores the load determination for any beams not connecting between columns and also the analysis of floors supported on secondary beams and main girders.

Computer Program

Figure 7 shows the flow chart for determining the connecting moments of a continuous beam with x spans and the possibility of loading each span by any shape of loading. The FEM determination is based on the 3-moment equation, hence the elastic reaction equations (A1, B1, A2, B2,..., Az, Bz) for different types of load have to be fed to the program. Fortunately, the elastic reactions for most types of loading are readily available in structural engineering manuals. Depending on the capacity of the computer, the number of spans and configurations of loads is determined. With a modest 64K personal computer, virtually all conceivable load configurations can be entered on each of 15 spans of a continuous beam. Once the FEM are determined, the shearing forces can be easily calculated. The field moments can be also evaluated but may be a little cumbersome if too many load configurations are considered on the same span.

Conclusion

1. The determination of loads transmitted from two-way slabs to their supporting beams by drawing 45 deg. lines from the corner of slabs is widely accepted and is believed to be sufficiently safe and simple.
2. The use of the α and β coefficents of the Egyptian code of practice to determine the equivalent loads for shear and bending of beams is exact only where the loads meet the requirements of the code.
3. The use of an equivalent load of the same area for irregular load configurations gives incorrect results, usually on the unsafe side.
4. The determination of the internal forces in a beam using the exact load configuration can be easily achieved by feeding a personal computer with the elastic reaction of the different load configurations and solving the beams using the 3-moment equation.

REFERENCES

1. Hilal, M. «Fundamentals of Reinforced and Prestressed Concrete», J. Marcou, Cairo, 1984, pp. 157-160.
2. Code of Pactice for the Structural Use of Concrete; CP 110: Part 1: British Standards Institution, Nov. 1972.
3. Scott, W. et al. «Explanatory Handbook on the B.S. Code of Practice for Reinforced Concrete No. 114, 1957», Concrete Publications Ltd., London, 1957, p. 82.
4. «Beton und Stahlbeton, Bemessung und Aus fuehrung - DIN 1045», Deutscher Normenausschuss (DNA), Berlin, 1978.

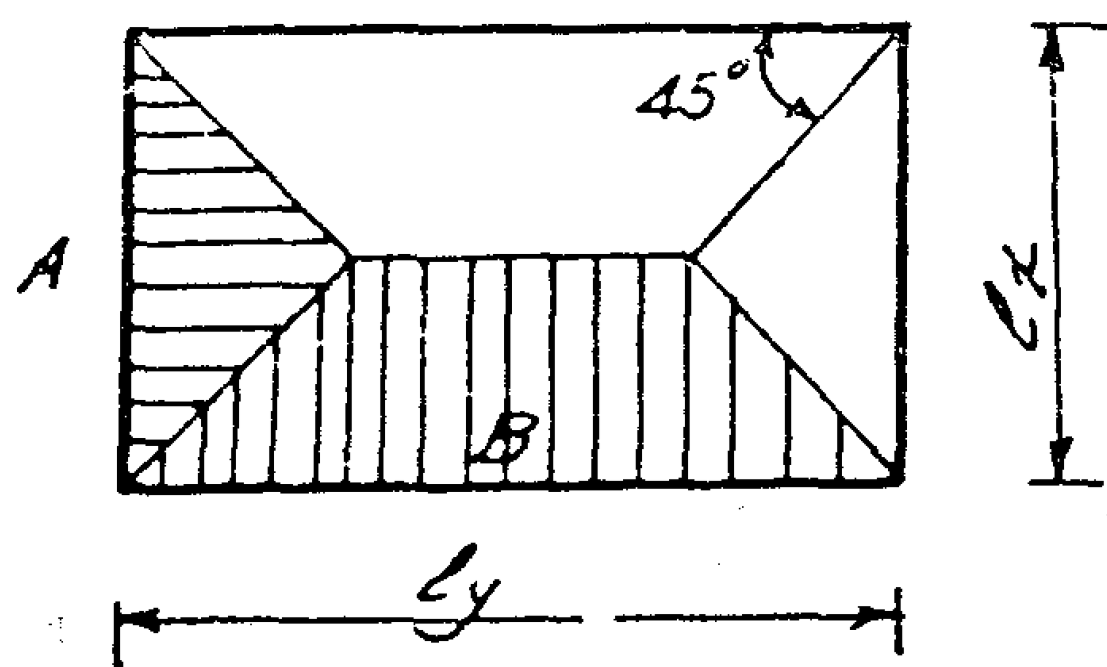


Fig. 5

distributed load of w ton/sq.m, the «bending moments in the beams may be calculated with sufficient accuracy by assuming that the loading is equivalent to a uniform load per unit length of the beam of the following amounts:

$$\text{on the short span}, \frac{WLx}{3}$$

$$\text{on the long span}, \frac{WLx}{6}\left(3-\left(\frac{Lx}{Ly}\right)^2\right)$$

The shearing force should, however, be determined from the actual loads obtained» from Fig. 5. These suggestions are identical to the recommendation of the Egyptian code but disregard the cases mentioned in our investigation.

The German code (4) in article 20.1.5 assumes the distribution of loads shown in Fig. 6 to transmit load from a two-way slab to the supporting beams. It states

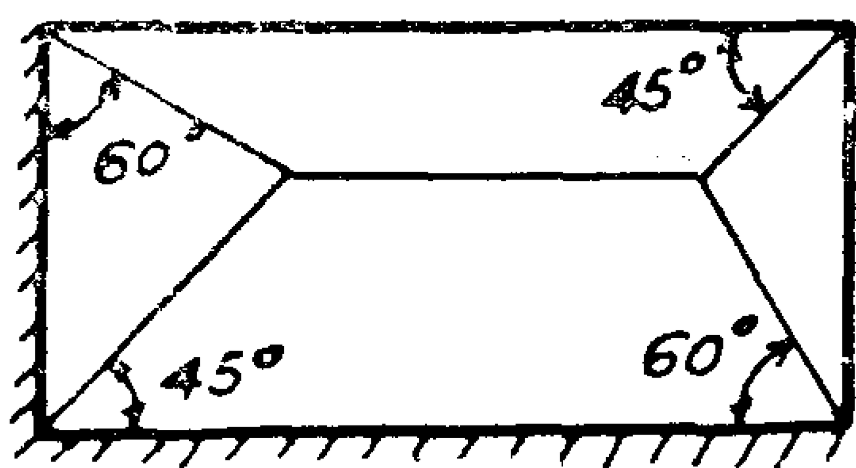


Fig. 6

that «at a corner where two slab edges with similar support conditions converge, the dividing angle should be taken as 45 Where a fully restrained edge encounters a freely supported edge, the dividing angle should be taken 60 adjacent to the restranied edge. For edges subject to partial restraint, it is permissible to adopt values of between 45 and 60 for dividing angle.

The German approach is more elaborate than the Egyptian and British ones and complicates the load configuration even for the simple case of single-span beams carrying two way slabs. We believe it is too idealistic for monolithic reinforced concrete construction where free rotation or full fixation are very seldom and where partial restraint is the predominant condition.

Before 1971, the American code (5) presented in Appendix A three methods for determining the loads on beams carrying two-way slabs. The first and third methods assigned a portion of the slab load to the support depending on the torsional stiffness of the slab and the type of restraint the edge support provides in a tabular form. The second method is idential to the Egyptian and British codes.

Starting with the 1971 and subsequent codes (6) the assignment of loads to the beams has changed substantially. The structure is divided into frames on column lines in both directions carrying the beam slab strips bounded laterally by the centerline of panel on each side of the column or support. The total bending moment of the frame is determinned by a modified frame analysis or by a «direct design» method. Moments are divided between the column and field strips ac-

λ	0.3	0.4	0.5
Mfl	11.94	10.56	11.07
Mfr	16.22	13.14	11.07
Mfel	11.69	10.32	10.42
Mfer	13.89	11.76	10.42
Mfl/Mfel	1.02	1.02	1.06
Mfr/Mfer	1.17	1.12	1.06
Mfr	22.19	18.42	16.61
Mfer	19.74	16.92	15.63
Mfr/Mfer	1.12	1.09	1.06
Mfl	20.05	17.13	16.61
Mfel	18.64	16.2	15.63
Mfl/Mfel	1.08	1.06	1.06

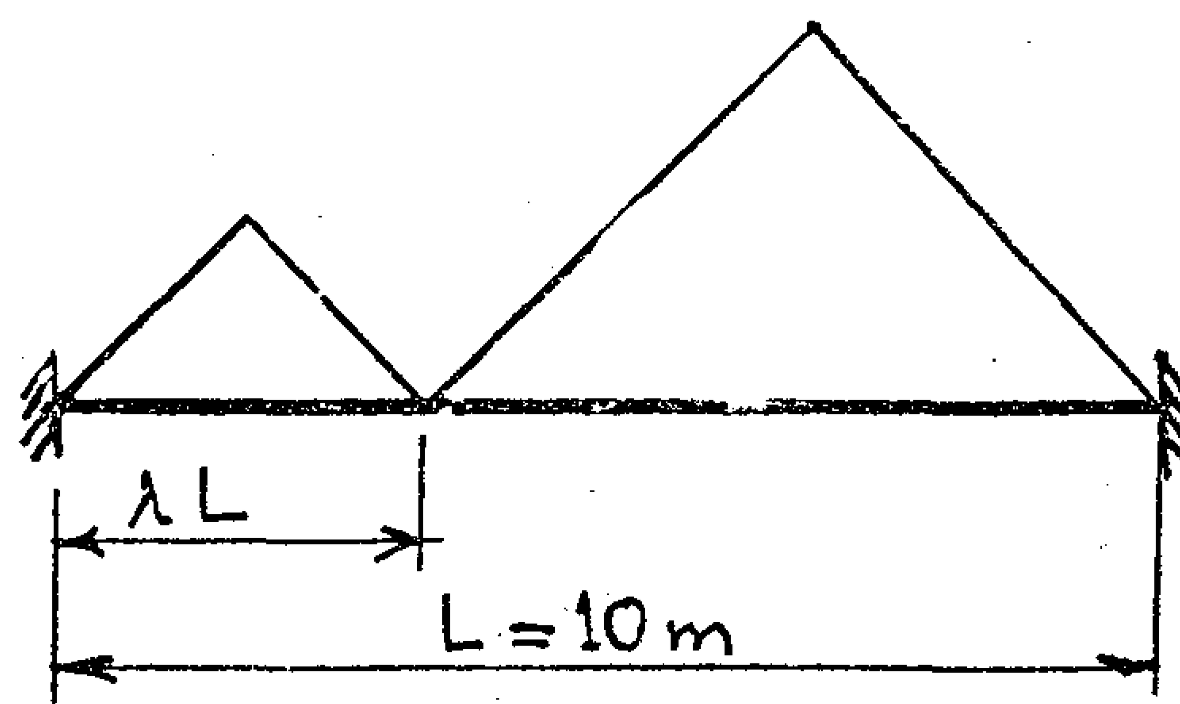


Table 3. Exact and equivalent fixing end moments for beams carrying two adjacent triangular loads

As regards Beam B5, Figure 4, the equivalent connecting moment MF = 9.41 m.t., or 7% more.

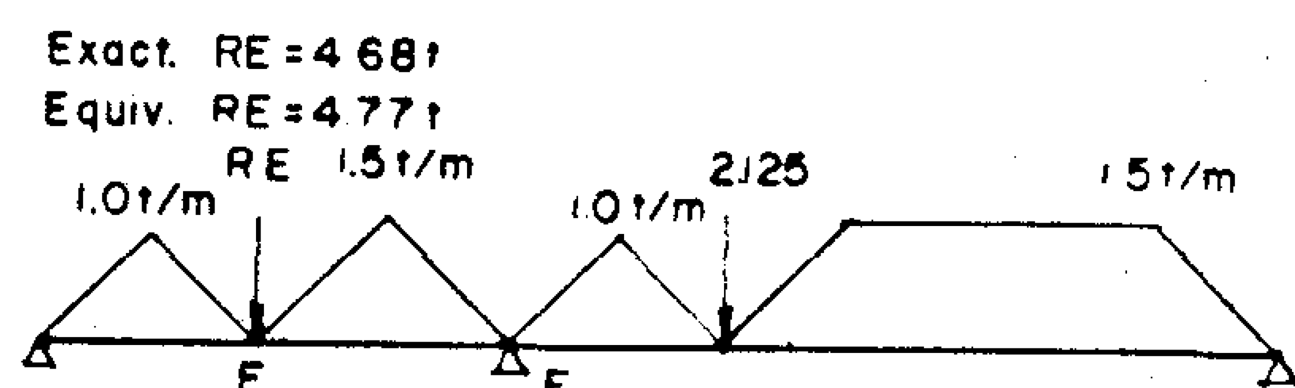


Fig. 4

The maximum positive equivalent moment in the right span is 5.64 m.t. at 3.41 m from the right support. The maximum positive exact moment is 7.22 m.t. at 3.22 from the right support, or 28% more. The maximum positive exact moment in the left span is 3.82 m.t. compared to the equivalent value of 4.15 m.t., or 8% less.

Loading of beams in different codes

The transmission of load from a two-way slab to the supporting beams is usually stated in the different codes of practice. Nevertheless, the evaluation of the internal forces from these loads is left to the discretion of the designer.

The British code of practice (2) in article 3.4.3.3 adopts the same load distribution on beams as the Egyptian code but does not state how to compute the internal forces therefrom. In an explanatory handbook of the B.S. code (3), it is suggested that for a slab as shown in Fig. 5 and carrying a uniformly

Table 2 gives values of QL, QR, QLe, QRe for diffеrnt λ values. As can be seen from the table, the error in the zone ofmaximum shear can reach 28%.

λ	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1
QL /w.L	0.625	0.615	0.585	0.538	0.475	0.4
QLe/w.L	0.625	0.563	0.5	0.438	0 375	0.313
QL /QLe	1.0	1.094	1.171	1.23	1.267	1.280
QR /w.L	0.375	0.285	0.214	0.162	0.124	0.1
QRe/w.L	0.375	0.337	0.3	0.262	0.225	0.187
QR /QRe	1.0	0.844	0.713	0.617	0.551	0.533

Table 2. Exact and equivalent shearing forces for beams carrying semi-trapezoidal loads

Multiple triangular loads

Another common case is that for a beam carrying two adjacent triangular loads. Since the beam will always be subject to a concentrated load betwеen the two triangles, the error in the value of the maximum bending moment in such a beam if simply supported will be mainly a function of the concentrated load. In case the beam is fixed at either or both ends, discrepancies will appear. For example, if we consider a 10 m span beam loaded as shown in Table 3 with a slab load of 1 t/sq. m and compare the moments with those of a separate equivalent load for each triangle we obtain the results shown in Table 3. A moment higher than the equivalent by as much as 17% is obtained. Once again, the 17% difference may increase or decrease depending upon the magnitude of the eventual concentrated load between the two triangles and the error in the evluation of this magnitude.

Example

Consider a system as shown in Fig. 3. For simplicity, the total slab load shall be assumed 1 t/sq.m and the weight of the beams neglected.

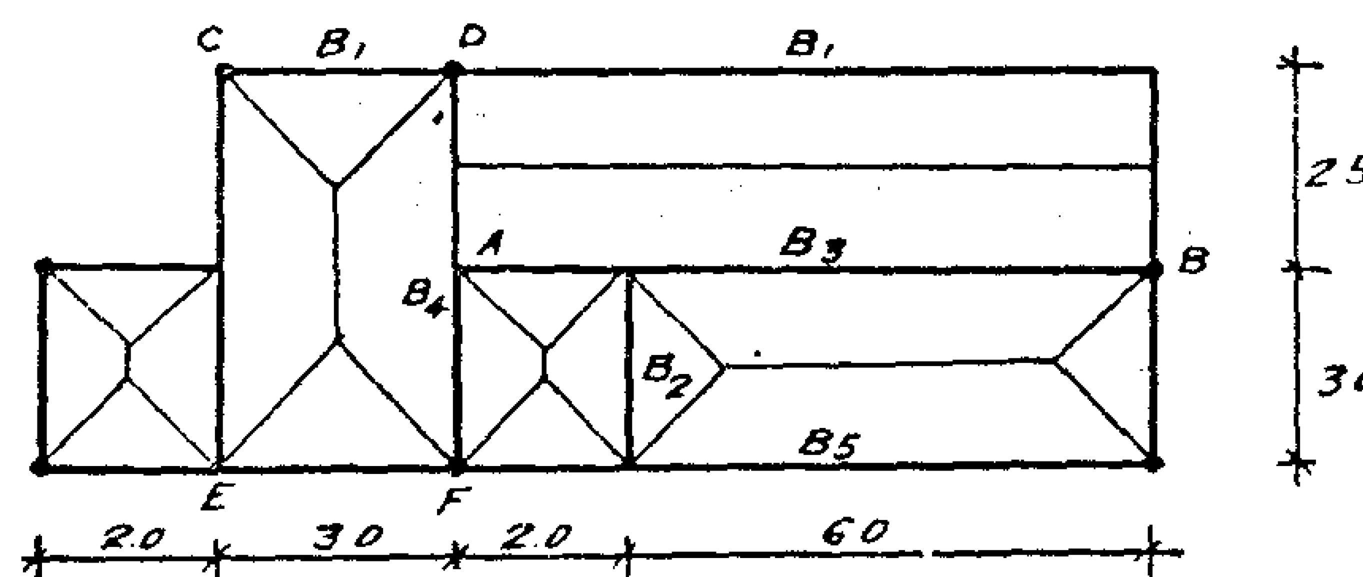


Fig. 3

Beams B1 and B2 give the same results for shear and bending whether solved with the exact or the equivalent loads. The reactions of B2 are 2.125t. The difference in shear in beam B3 is less than 5%. The maximum equivalent moment is 19.96 m.t. at 4.42 m from support B. The maximum exact moment is 21.44 m.t., 7.4% higher, at 4.0 m from support B.

In Beam B4, the discrepancy is also very little if we take the equivalent load of the full trapezium once for shear and once for bending and take the equivalent area of the small trapezium both for evaluating shear and bending.

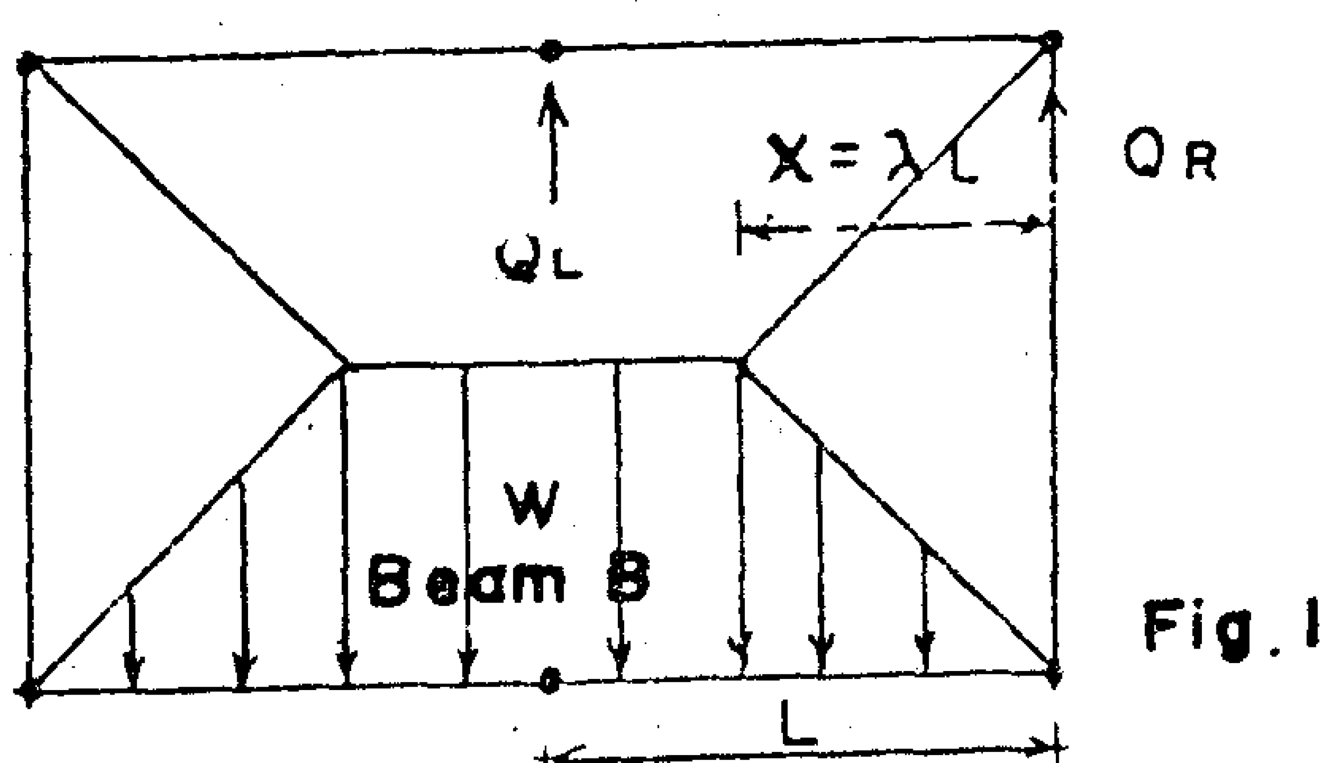


Fig. 1

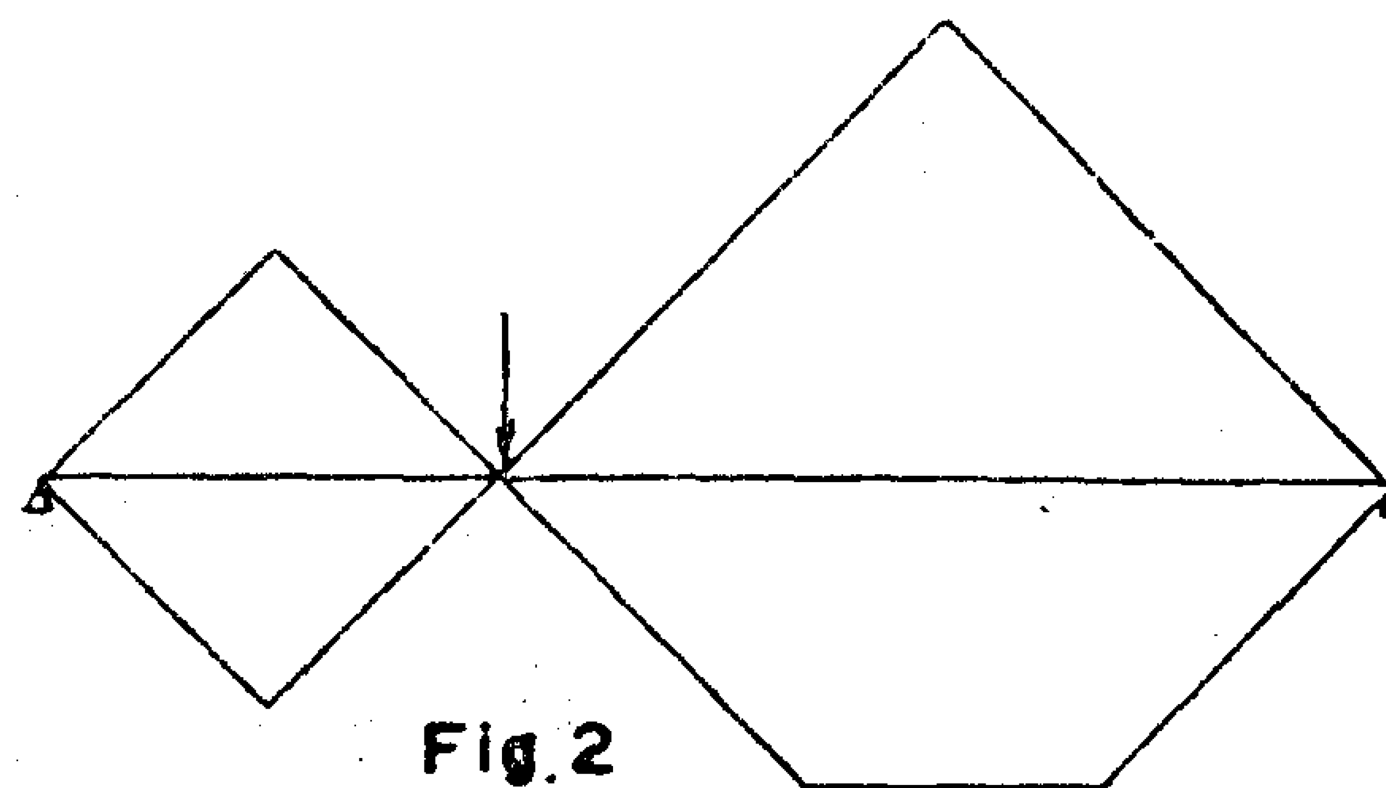


Fig. 2

Semi - trapezoidal load

Consider for instance beam B in Fig. 1. The common approximation in this case is to take the equivalent uniform load of the same area. The exact fixing end moment at the central support is given by

$$Mf = -\frac{W.X^2}{30L^2}(5L^2 - 3X^2) - \frac{W}{8}(L-X)^2\left(1+\frac{X}{L}\right)^2$$

If we denote $x = \lambda L$, then

$$Mf = -\frac{WL^2\lambda^2}{30}(5 - 3\lambda^2) - \frac{WL^2}{8}(1-\lambda^2)^2 \quad ...(1)$$

The equivalent uniform load is

$$w = \frac{W(L-X) + W X/2}{L} = W\left(1-\frac{\lambda}{2}\right)$$

The equivalent fixing end moment is then given by

$$Mfe = -\frac{wL^2}{8}\left(1-\frac{\lambda}{2}\right) \quad (2)$$

Table 1 gives values of Mf, Mfe for different values of λ

The error here is significant since we underestimate the value of the fixing end moment by as much as 12% in addition to the eventual redistribution which is usually done to Mfe.

The discrepancy becomes even more pronounced in the evaluation of shears. The exact shear values are given by

$$QL = \frac{Mf}{L} + \frac{1}{L}\left(\frac{WX^2}{3} + \frac{W}{2}(L^2 - X^2)\right)$$

or

$$QL = \frac{Mf}{L} + WL\left(\frac{\lambda^2}{3} + \frac{1}{2}(1-\lambda^2)\right) \quad ...(3)$$

$$QR = -\frac{Mf}{L} + \frac{1}{L}\left(\frac{W.X}{2}\left(L - \frac{2}{3}X\right) + \frac{W}{2}(L-X)^2\right)$$

or

$$QR = -\frac{Mf}{L} + \frac{W.L.\lambda}{2}\left(1 - \frac{2}{3}\lambda\right) + \frac{W.L}{2}(1-\lambda)^2 \quad ...(4)$$

The equivalent shear values are given by

$$QLe = \frac{Mfe}{L} + \frac{W.L}{2}\left(1-\frac{\lambda}{2}\right) \quad ...(5)$$

$$QRe = -\frac{Mfe}{L} + \frac{W.L}{2}\left(1-\frac{\lambda}{2}\right) \quad ...(6)$$

λ	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1
Mf / w L	0.125	0.122	0.112	0.098	0.082	0.067
Mfe / w L	0.125	0.113	0.100	0.088	0.075	0.063
Mf / Mfe	1	1.08	1.12	1.12	1.09	1.07

Table 1. Exact and equivalent FEM for beams carrying semi- trapezoidal load

INACCURACIES OF LOAD DETERMINATION IN STRUCTURAL BEAMS

by

M. SAMEH HILAL

Abstract

A comparison between the internal forces in structural beams based on the exact load configuration and the equivalent loads commonly adopted in practice shows that the equivalent loads usually give internal forces on the unconservative side unless the exact loads cover the whole span and are symmetric on it. The transmission of loads from two-way slabs to their supporting beams in the British, German and American codes is summarized. The outline of a program suitable for presently available personal computers to evaluate the connecting moments and shears in continuous beams subject to any case of loading is presented.

Introduction

Structural reinforced concrete floors of the beam and slab type consist of one-way slabs that transmit their weight and the acting loads to the supporting columns through a grid of secondary and main beams. Loads from twoway slabs are invariably of the triangular and trapezoidal shape. If this shape covers the full span of the beam and is symmetrical with respect to the center of the beam, the Egyptian Code of Practice suggests an equivalent uniform load to deal with in order to simplify the evaluation of the internal fortes. The use of the well-known table for α and β (the multipliers for the load to compute the bending moment and the shearing force, respectively) gives the exact maximum bending moment and shearing force for simple beams; the derivation of the coefficients (1) was based to give the same bending moment and shearing for simple beams.

In solving continuous beams, no appreciable error takes place in the final bending moments since the exact connecting moments are always less than those computed with the equivalent loads. As the Mo value is identical, the redistribution of the connecting moments usually adopted in continuous beams will yield similar final moments. Nevertheless, in the current practice, the calculation of the shearing force should be done for each span as a simple beam loaded with the equivalent load for shear but subject at its ends to the connecting moments calculated from the loads for bending, which is quite incompatible.

Often the triangular or trapezoidal load is carried by two spans (Fig. 1), or more than a triangle or trapezium are carried on the same span (Fig. 2). In this case, the approximations done to convert these loads into equivalent uniform loads can yield incorrect results, mostly on the unsafe side.

BUILDING & CONSTRUCTION

INST. OF CIVIL ENGINEERS
INST. OF ARCHITECTS
INST. OF IRRIGATION ENGINEERS

CONTENTS

GENERAL SECTION :

Building and Construction

(ARABIC)

* * *

(ENGLISH)

INDUSTRY AND PRODUCTION

(ARABIC)

* * *

(ENGLISH)

RAW MATERIAL & CHEMICAL ENGINEERING

(ARABIC)

* * *

(ENGLISH)

JOURNAL OF THE
EGYPTIAN SOCIETY OF ENGINEERS

28 Ramsis St. Cairo ARE Tel. 740488

VOL. 25 ISSUE No. 2. 1986

- Issued quarterly - Contributors are invited to submit material for editorial consideration addressed to the Editor. The Journal cannot accept responsibility for loss or damage of any material.

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS OF ARTICLES

— The Journal publishes articles contributing to the advancement of engineering science and applications.
— Articles may be written in Arabic or English and presented in triplicate with an abstract in both languages.
— Author's names should be given in full, together with their academic titles and professional occupation.
— Articles may not exceed 8 pages. In this respect, mathematical derivations may be abbreviated and tables replaced by curves.
— The Jornal does not hold itself responsible neither for the opinions nor the content expressed by the authors..
— Curves to be drawn on tracing papers, and to occupy half a page at most. Exceptionally, full page curves or plates are admitted. Curves presented will be scaled down to these sizes. Figures and lettering on curves should not be less than 3 mm even after scaling down.
— References to be given at the end of each article and classified alphabetically according to auther's name followed by the name of the journal or book and the date of issue.
— Authors will be presented with two proofs, the first one accompanied by a correction convention chart to ease the work of typing correction.

Magasine Subscriptions

Society members : Free

Inland Subscriptions :

Non-members	20 L.E
Non-engineers	50 L.E
Organisations	500 L.E
— Forgein Personnel	500 Us
Foreign Organisations	75 Us

مجلة جمعية المهندسين المصرية

٢٨ شارع رمسيس ــ القاهرة ج ٠ م ٠ ع ٠ ت : ٧٤٠٤٨٨/٧٤٠٥٦٩

المجلد الخامس والعشرين — العدد الثالث ١٩٨٦

- تصدر المجلة ربع سنوية .
- ترسل النصـوص المطلوب موافقة هيئة التحـرير على نشرها باسم السيد/ رئيس التحرير . وهو غير مسئول عن فقد أو تلف أى نص .
- تنشر المجلة المقالات التى تسهم فى رفع مستوى العلوم الهندسية وطرق ممارستها .
- تقبل للنشر المقالات باحدى اللغتين العربية أو الانجليزية على الآلة الكاتبة ومعها ملخص بكل من اللغتين .
- المجلة غير مسئولة عن الآراء والمحتويات التى تنشر وهى تعبر عن كاتبها فقط
- تذكر اسماء اصحاب المقالة كاملة باللغتين ومعها القابهم العلمية ووظائفهم .
- يراعى الا تتجاوز المقالة ٨ صفحات بالمجلة ، وفى سبيل ذلك يختصر الاشتقاق الرياضى ويستعاض عن الجداول بمنحنيات مرسومة بالحبر الشينى الأسـود ، على أن يشغل المنحنى نصف صفحة على الأكثر ولا يشـغل صفحة كاملة الا فى حـالات استثنائية وسيصغر اى منحنى الى تلك المقاسات .

  ويراعى الا يقل ارتفاع الحـروف أو الارقام على المنحنيات المنشورة عن ٣ مم بعد التصغير .
- يعنى بذكر المراجع المستقى منها المقـال وتصنف تبعا لاسم المؤلف ثم العنوان ثم المجلة أو الكتاب وتاريخه .

اشتراكات المجلة :

يتلقى اعضاء الجمعية نسخهم مجانا .

ولغير الأعضـاء :

الاشتراك السنوى للمهندسين	**٢٠ جنيها**
الاشتراك السنوى لغير المهندسين	**٥٠ جنيها**
الاشتراك السنوى للهيئات	**٥٠٠ جنيه**

وخارج مصر :

للأفراد ٧٥ دولار امريكى سنويا .

وللهيئات ٥٠٠ دولار امريكى سنويا .

وذلك عن الاربع اعداد السنوية ويعامل العدد الواحد بواقع الربع من هذه القيمة .

وتعطى اولوية النشر بالمجلة للسـادة الزملاء اعضـاء جمعية المهندسين المصرية .

رقم الايداع بدار الكتب ٢٩٨

طبعت بمطابع دار الشعب

محتويات العدد

التشييد والبناء

القسم العربى :

❊ ❊ ❊

القسم الأفرنجى :

التصنيع والانتاج

القسم العربى :

❊ ❊ ❊

القسم الأفرنجى :

الخامات الأولية والصـناعات الكيميائية

القسم العربى :

❊ ❊ ❊

القسم الأفرنجى :

التشييد والبناء

جمعية المهندسين المدنيين
جمعية المهندسين المعماريين
جمعية مهندسى الرى

العمــارة الاســلامية والاتجاهات المعمــارية الحديثة

دكتور مهندس / **محمد طلعت الدالى** (١)

مقــدمة :

للعمارة الاســلامية قيم معمارية واضــحة المعالم تحددت فى جوهرها نتيجــة تفاعلها مع المجتمع وقيمه والعوامل المناخية والبيئية على مر عصور كثيرة وفى مناطق مختلفة ومتباينة من الظــروف . وفى عصرنا الحالى حدثت تغيرات ضــخمة اقتصــادية وعلمية واجتماعية بدأت فى الغرب مع الثورة الصناعية ، وتعددت بعثاتنــا الدراسية من القــرن الماضى لأوروبا لدراســة الفكر والتقدم التكنولوجى الحديث وما زالت ، وقد نقلت الكثير من العلوم والفنون ومن ضمنها العمارة التى انتقلت أيضا من خــلال الوجــود الأجنبى الواضح خلال فترة الاستعمار .

والاتجاهات المعمارية الحديثة فى الغرب ـ وهى الاتجاهات الوافدة علينا ـ نشــأ وتشعب معظمها منذ بداية القرن الحالى من نظــريتى العضوية والوظيفية .

ونحن هنــا نحتــاج لوقفة لمعــرفة وفهم خصــائص عمارتنا الاســلامية وموقفها من الاتجاهات الوافدة علينا والى أى مدى تفاعلت أو استفادت منها .

الغرض من البحث :

مقارنة القيم المعمارية الاسلامية واتجاهات العمارة الحديثة فى الغرب من خــلال العمارة العضــوية والعمارة الوظيفية وعمارة الفــراغ الشامل لميس فان درروه وذلك بهــدف تفهم أعمق لعمارتنــا الاســلامية ، بــدون انبهار بالنظريات الغربية ، وهل هنــاك أوجه نقص وقصور ممكن التغلب عليها من خلال النظريات الغربية ؟

خطــة البحث :

تلخيص نظرية العضوية وافكار رائدها فرانك لويد رايت ونظــرية الوظيفية للــكلوربوزييــه وافكار ميس فان درورة ، وذلك فى نقاط محددة وموقف العمارة الاسلامية من كل نقطة منها مــع ذكر الأمثلة القائمــة التى توضــح ذلك ، مع اســتخلاص النتائج وتقــديم خلاصــة فى نهاية البحث .

أولا : العماره العضــوية : تتلخص فى النقاط الآتية :

أ ـ يتفاعــل المعمارى مع الطبيعــة بفهم قواعدها وثرائها بالمواد الخام والحركة والحيوية والتجديد المستمر بما يعنى أن للمبنى قــوى داخلية وخارجية تجعله ينمو ويعيش هذه القوى تنبع من خواص واساليب تشغيل المواد وايضــا العوامل الجغرافية والمناخية والعادات والتقاليد التى تؤثر على المبنى وتجعله يتفاعل معها .

● العمارة الاســلامية بهذا المفهــوم هى الرائدة ، فهذه النقطة تشكل صلب فلسفتها ، فان العمارة الاسلامية فهمت جيــدا الظروف المناخية والجغرافية واستطاعت بعمق أن تحــل مشاكل المناخ بحلول معمارية علمية سليمة منها تلاصق المنازل للتقليل من المساحات المعرضــة للشمس ، واستخدام الافنية الداخلية للتهوية والاضاءة ـ وهو ما سنتحدث أيضا عن فلسفتها الفراغية فيما بعد ـ كذلك اســتخدام عناصر المشربيــة والمخــرمات الجصــية والشخشيخة والملقف والقبــة والنافورات واحواض المياة ، وهى كلها عناصر وجدت لتحقيق الحدود المناخية المريحــة للانســان .... ولنتحــدث ببعض التفاصيل عن هذه العناصر :

(أ) الملقف :

هو عبارة عن بئر هواء يوضع فى احد أضلاع الفراغ او بين حائط مزدوج وله فتحــة ترتفع فوق سطح المبنى واخرى فى الأسفل تفتح داخل هذا الفراغ ، ووظيفته هى تلقف الهواء والدفع به الى الداخــل ، وهو نوعان رئيســيان ...

---

(١) أستاذ مساعد بكلية الفنون الجميلة بالقاهــــرة

الأول ذو الاتجاه الواحد وهو الملقف الموجود فى المناطق التى تكون الرياح فيها ثابتة الاتجاه ... والثانى فى المناطق التى تهب فيها الرياح من عدة جوانب ، فنجد الملقف له عـدة اتجاهات وهى غالبا المناطق الصحراوية قرب سـاحل البحر حيث تهب الرياح الباردة من البحر بالنهار وفى المساء يحدث العكس وتهب الرياح من اليابسة ؛ فيكون اتجاه هبوب الرياح المحببة من اتجاهات مختلفة (انظر الأشكال المرفقة) .

(ب) النافورات واحواض المياة :

وقد استعملت مكملة للملقف فى دراسـة ترطيب المبنى من خلال مرور حركة الهـواء على النافورة أو سـطح المياة ومناطق تخزينها من الملقف الى داخل الغرف .

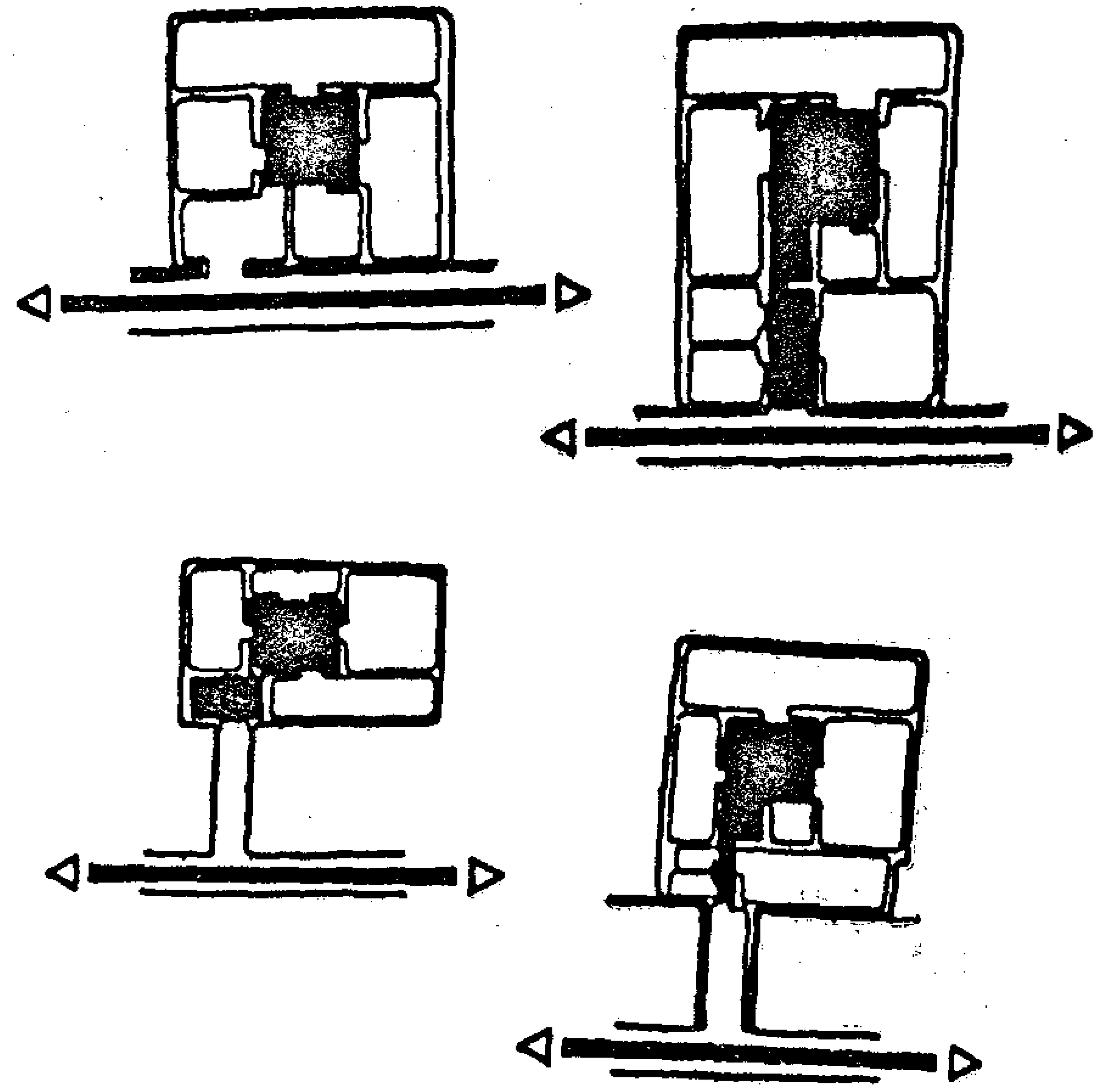
بالأضـافة الى دور النافورات والاحـواض فى منتصف الفراغ المعمارى سواء المكشـوف أو المغطى فى الحصول على المتع المادية والروحانيـة التى لا حدود لها ، وكذلك خلق حيـاة وتجمع حولها .

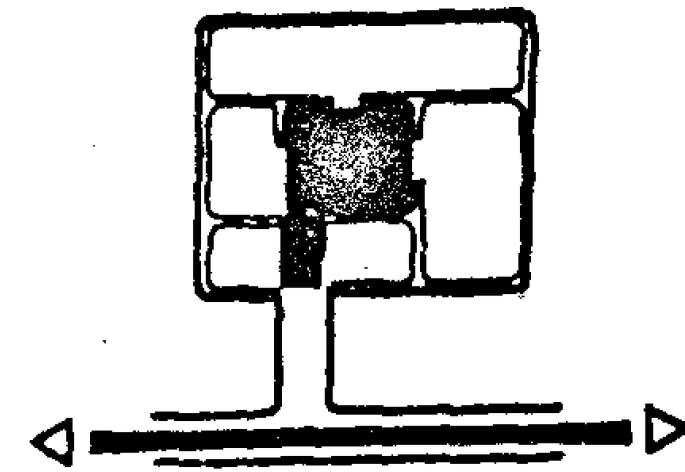
(جـ) المشربيات والمخرمات الجصية :

فهى تعمـل على توزيع وتخفيف شـدة الاضـاءة داخل المنزل وبالتالى تقليـل التأثير الحرارى للاشعاع الشمسى وحجب حرارتها ، كما أنها تسمح بالرؤية من الداخل للخارج وهى ايضا وظيفة اجتماعية تدعونا الى الحـديث عن العادات والتقاليـد ، ومدى الخصوصـيـة المفروضـة على المنزل وكيف عالجها المعمارى العربى بدراسة المدخل المنكسر او المدخل ذو المراحل المختلفة كما هو موضـح بالأشـكال المرفقـة .

مما سـبق نجد ان العمارة الاسـلامية استوعبت تماما القوى الداخلية بالمبنى والقوى الخارجية ايضـا وكيف انهـا تؤثر على المبنى فتفاعلت معها وقدمت الحلول الجذرية لمشاكلها سواء كانت اجتماعية أو مناخية أو انشائية .

٢ ـ الارتباط الكامل للمبنى بالطبيعة والبيئة المحيطـة بأن يأخذ من الموقع والأرض مميزاتهـا ويتجنب عيوبها وينتمى لها ويفهمها ويكملها .

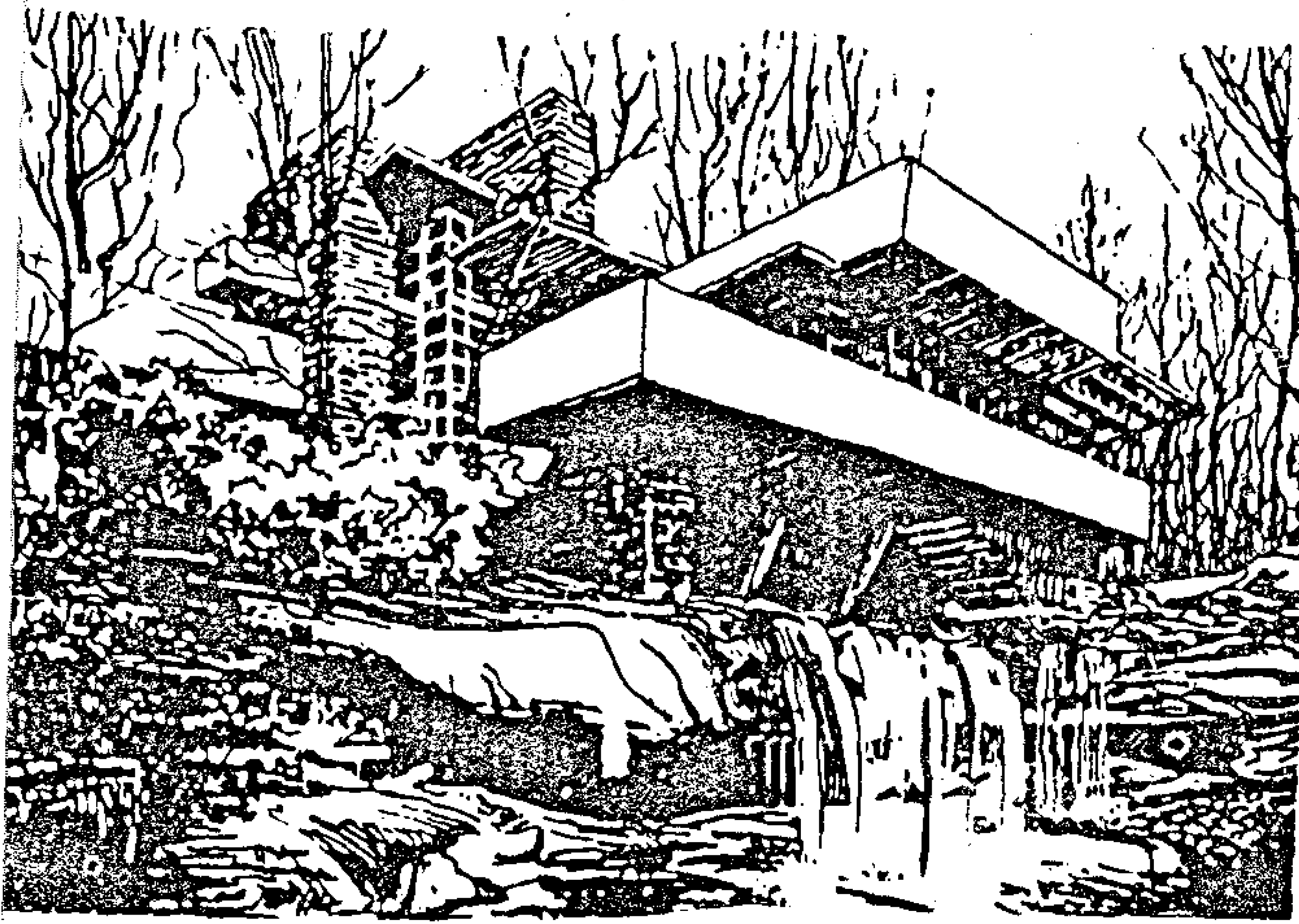




أمثلة للمداخل
(الجزائر)

● والطبيعة فى معظم المدن الاسلامية تغلب عليها الصفة الصحراوية فيما عدا القليل من الوديان كالنيل والبقاع وبعض المناطق الجبلية الخضراء كاليمن وتونس ، هذه الطبيعة بالأضافة للتقاليد والعادات جعلت المبنى مغلقا تقريبا من الخارج ومفتوح للداخل وهذا لا يتعارض مع أساس الفكرة العضوية فى ان يرتبط المبنى بالطبيعة ، فكما فهمها رايت فى بلاده وتقاليده وفتح المبنى عليها يستمتع بجمالها ويأخذ منها للداخل ، فهمها أيضا المعمارى العربى وتجنبها فهى طبيعة مختلفة وقاسية ... والحائط الخارجى المغلق بدون حركة خارجية هو امتداد للصحراء الساكنة حوله ، كما كانت مبانى رايت تندمج مع الخضرة والغابات ومنحدرات المياة تفتح عليها وتتحرك مع حركتها (آنظر منزل كوفمان سنة ١٩٣٧ لرايت والمعروف بمنزل الشلالات) .

٣ ـ الفهم الحقيقى للخواص الذاتية للمواد والتعبير الأمثل عن هذه الخواص سواء كانت مواد تقليدية للبناء أو مواد حديثة .



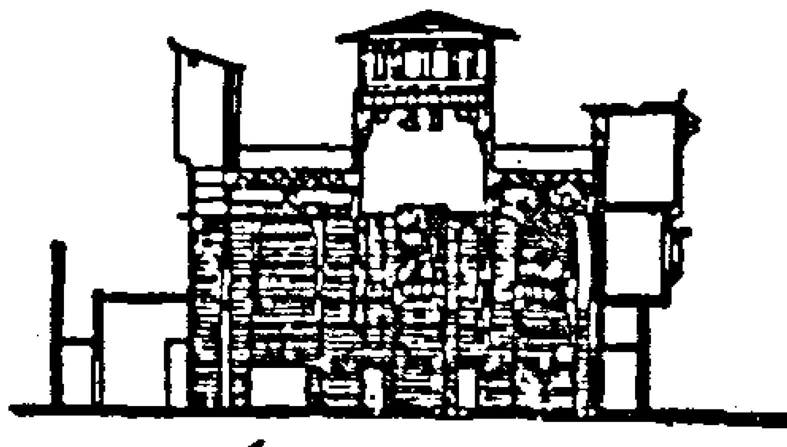
بين الشلالات أو المياه المتساقطه
لفرانك لويد رايت ١٩٣٧

● فى العمارة الاسلامية سواء كانت المادة الانشائية المستعملة الحجر أو الطوب أو الخشب أو أى مواد أخرى مكملة فى البناء ، فقد كان المعمارى واعيا تماما لخواصها واظهرها بصراحة كاملة ، ولم ينزلق الى هوة العمارة الشكلية أو الزخرفية التى لا تعبر فى واجهاتها عن المضمون الانشائى والخصائص العلمية للمادة .. فالعقود والقباب بقيت شاهدة على خصائص مود بنائها من الحجر أو الطوب ... فلم يحدث فى الماضى ـ كما يحدث الآن ـ من تشكيل أشكال معمارية وواجهات تعبر عن مواد معينة بمواد اخرى ... كبناء العقود والقباب الصغيرة بالخرسانة المسلحة رغم انها أساسا وسائل انشائية للحجر والطوب .

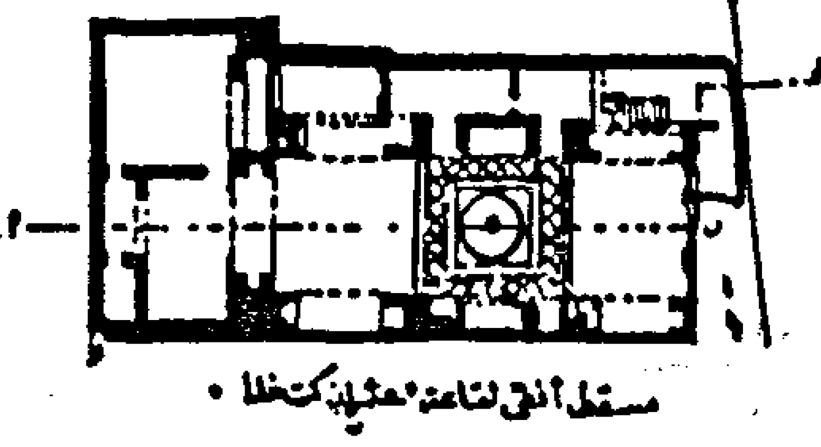
٤ ـ العمارة تبدء من الفراغ الداخلى او الفراغ البيئى الذى يخلق حياة صغيرة داخل المبنى اى من الداخل للخارج وقد نادى رايت بهذا المبدء تحقيقا لثورة ضد العمارة الكلاسيكية التى كانت قائمة عندهم فى هذا الوقت والتى كانت تنادى بعكس ذلك من خلال طرز معمارية ثابته .

● والعمارة الاسلامية ـ وخاصة فى المساكن لم تصمم على الاطلاق من الخارج للداخل ولكنها تحقق الحياة الداخلية اولا ، وتدرس القاعة والايوانات وعلاقتهم مع الحوش الداخلى الذى

أمثلة لعمارة المنازل الاسلامية بالقاهرة

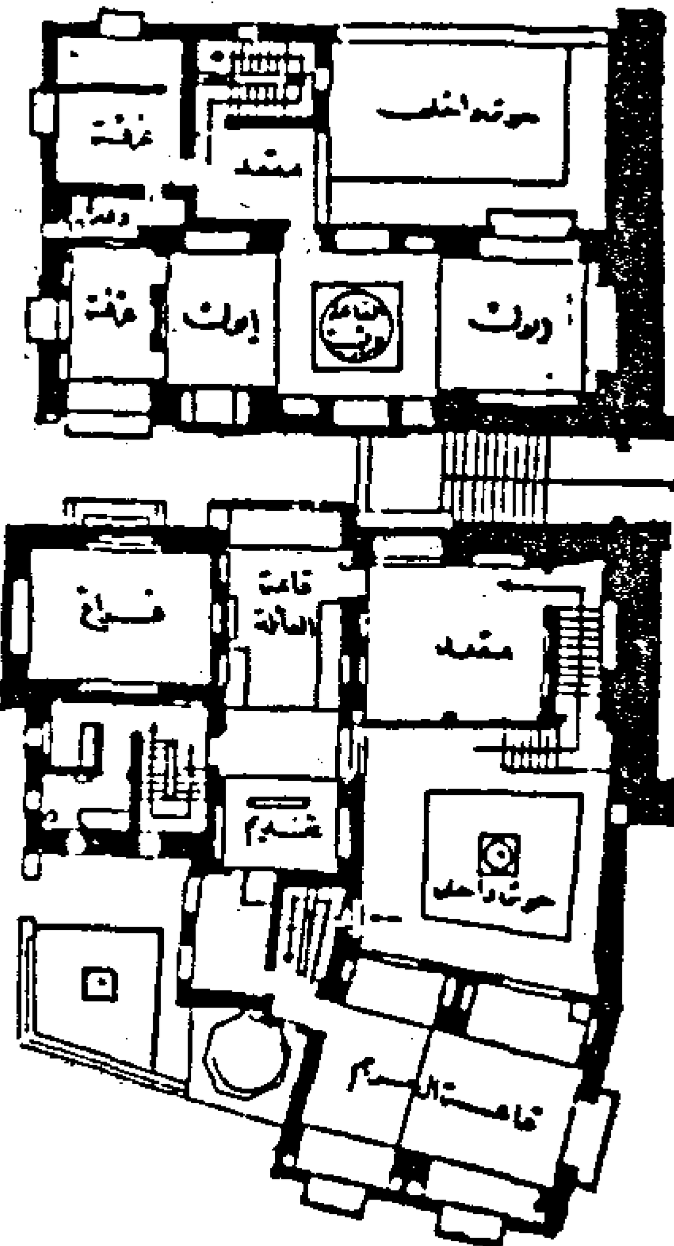


قطاع رأسي طولي فى قاعة "عثمان كتخدا"

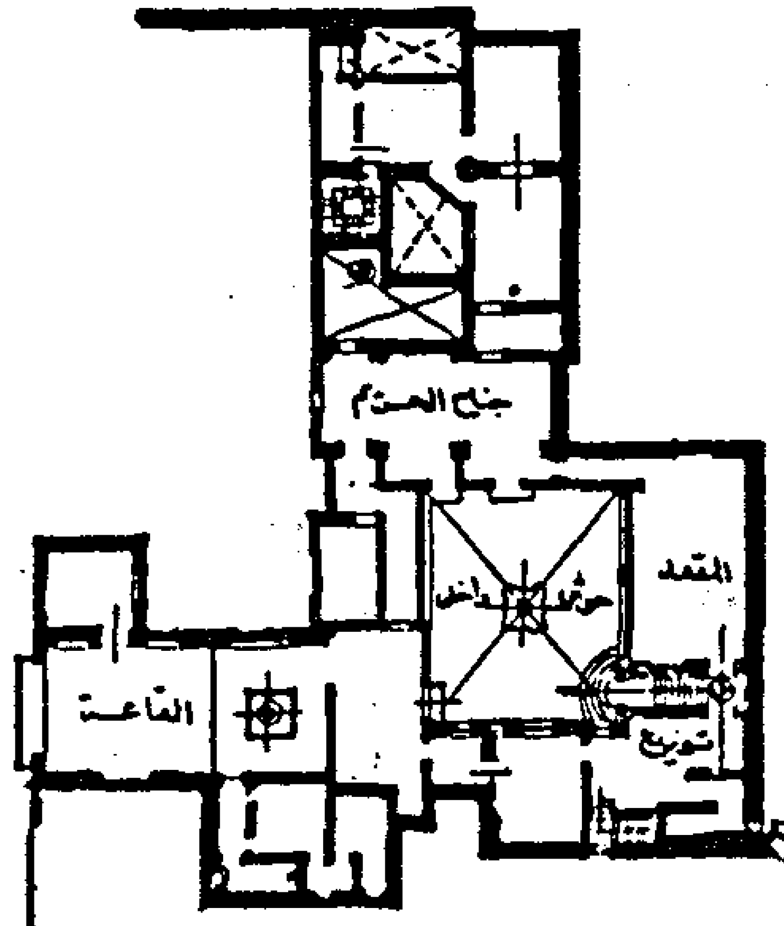


مسقط أفقى لقاعة "عثمان كتخدا"

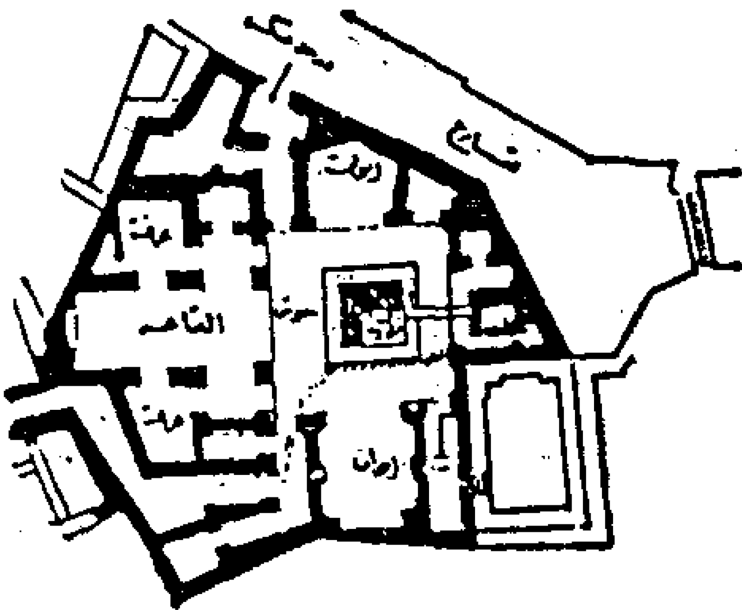
منزل "جمال الدين الذهبي (١٠١٧هـ - ١٦٣٧م)"
المسقط الافقى للدور الأرضي



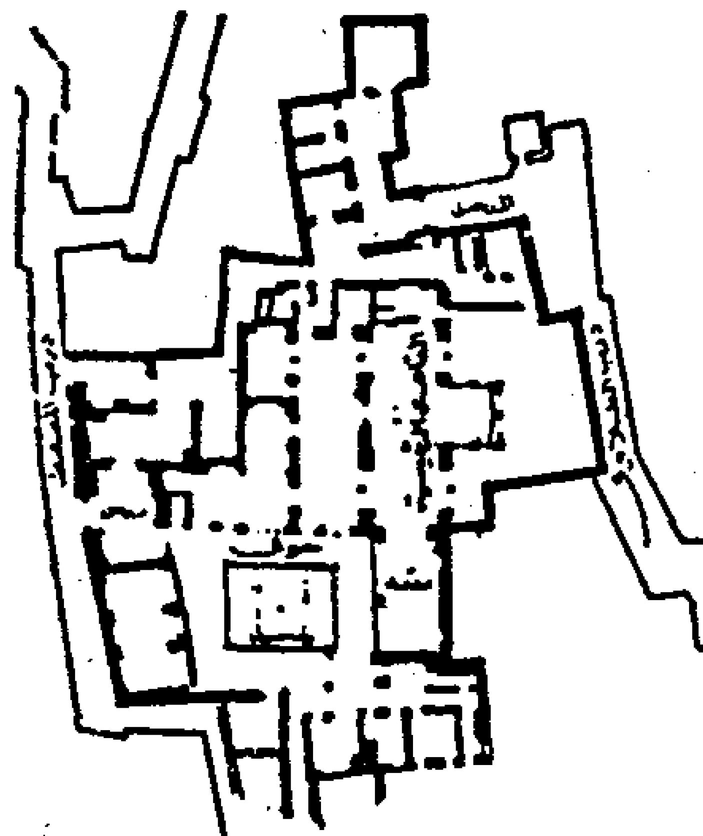
منزل الحاج سالم الجدوى وأمنة بنت سالم (١٠٤١هـ - ١٦٣٢م)
- المسقط الافقى للدور الأول -
بيت الكريدلية



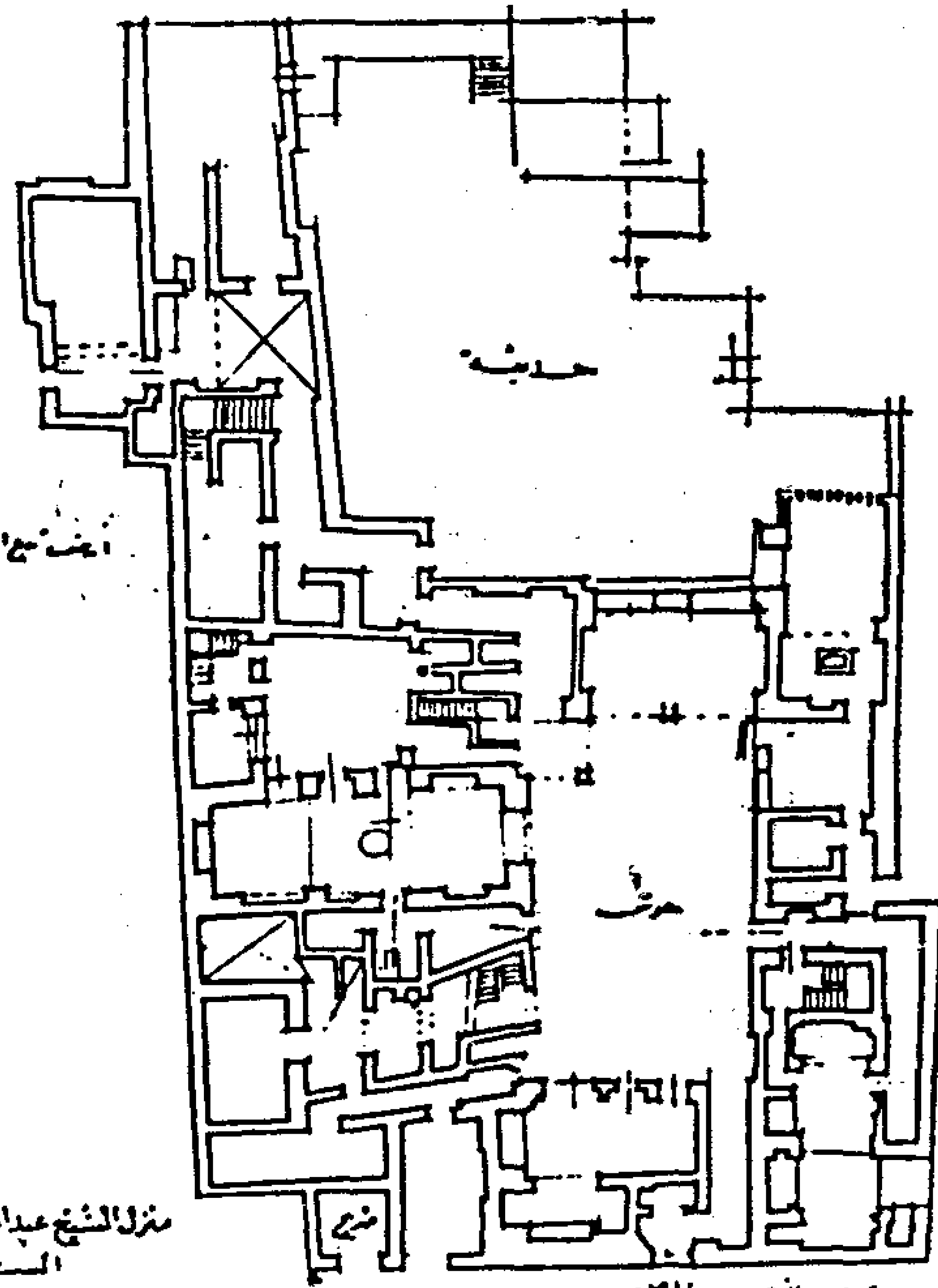
منزل "ابراهيم كتخدا السنارى (١١٥٧هـ - ١٧٤٤م)"
- المسقط الأفقى للدور الأول -



منزل بالفسطاط



بيت الساذجانة



منزل الشيخ عبد الوهاب الطبلاوى السحيمى
(١٠٥٨ - ١٢١١هـ)
(١٦٤٨ - ١٧٩٦م)

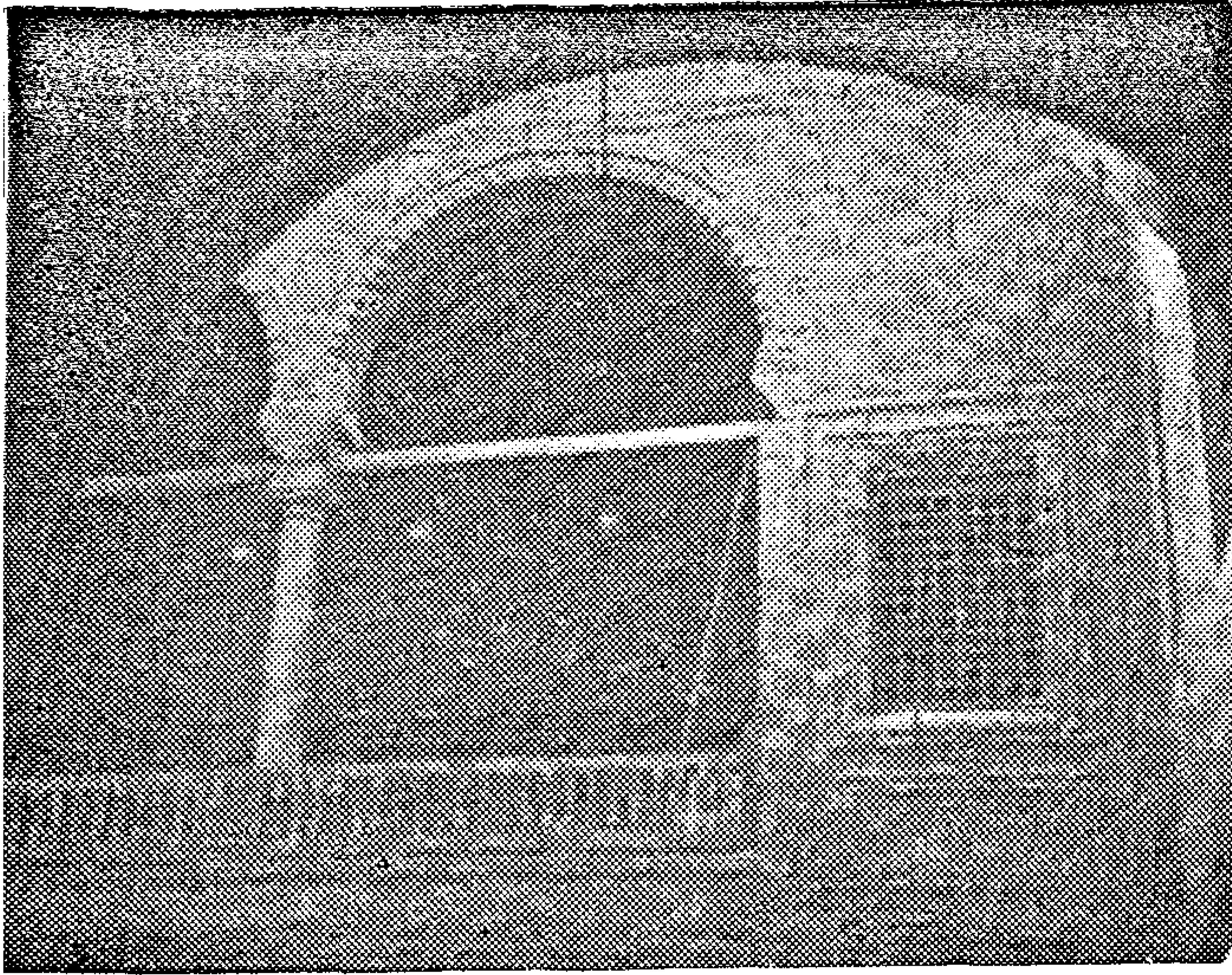
يخلق حياة تجتمع عليها قاعات أو نقاط تجمع أخرى – أنظر بيت الكريدلية – فهى بذلك سبقت الفكر الغربى بعدة قرون حيثانها الاصل فى هذا الاتجاه وعلى هذا فان كان الامر يحتاج لثورة منهم على فكرهم القديم فبالنسبة لنا لا نحتاج لنفس الموقف وانما بالتمسك والمحافظة على فكرنا القديم مع تطويره والاحتفاظ بجوهره

٥ – ان يحتفظ المبنى بطابعه وتكوينه رغم اضافة غرف أو أجنحه جديدة عند الحاجه لذلك ، اى تحقيق النمو بدون الاخلال بالطابع العام .

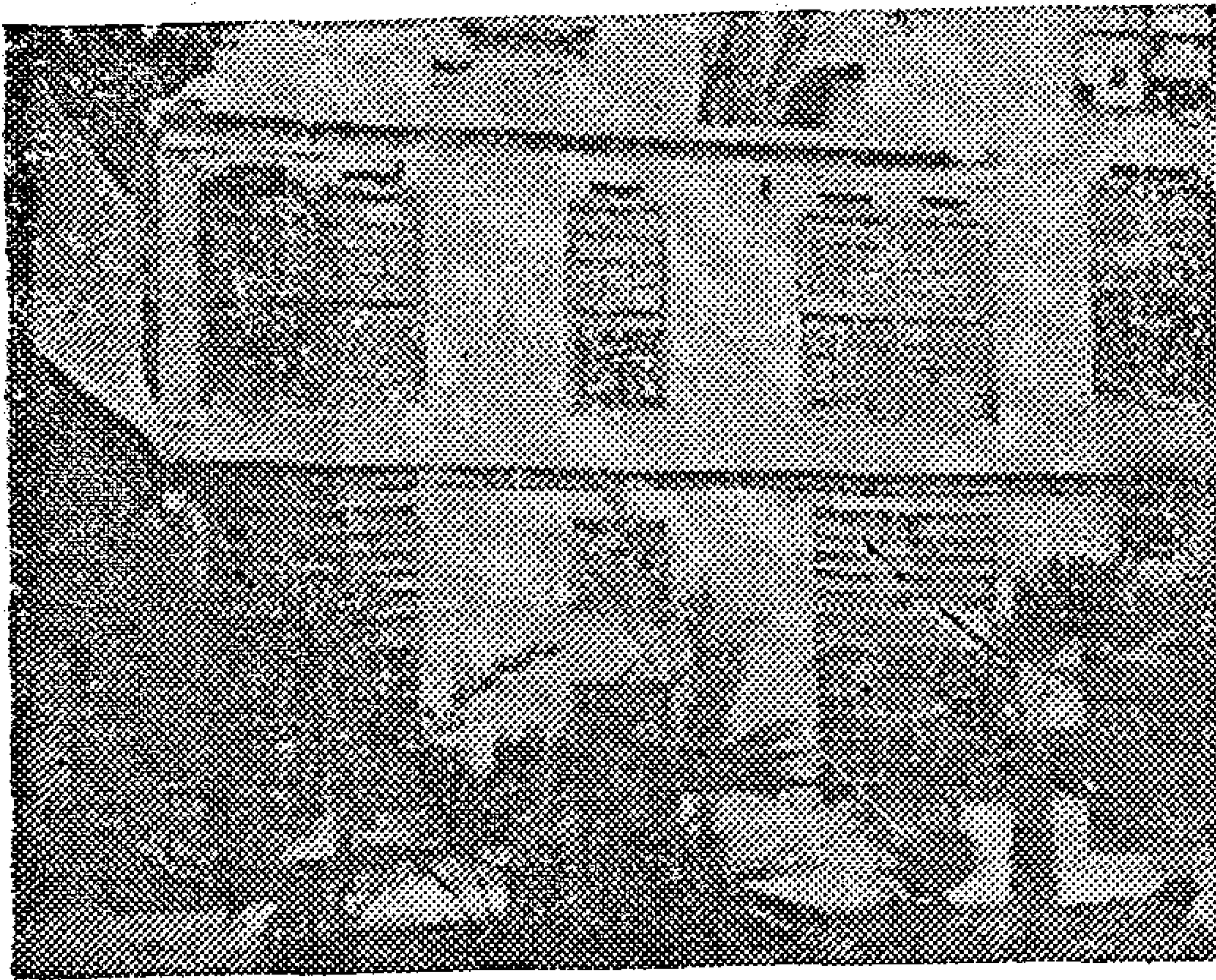
● معظم المبانى الاثرية الاسلامية الموجودة حاليا بنيت على مراحل وفى عصور مختلفة قد يفصل بين اجزاء الاثر الواحد عشرات السنين ، ويصل الينا بصورته الحالية ، ومع ذلك نشعر ان المبنى وحدة متكاملة ويصعب التفريق بين المراحل المختلفة ، وذلك بسبب الوحدة التى يسهل تكرارها دون الاضرار بالاطار العام وهذه الوحدة اما الحوش الداخلى او القاعات المطلة عليه او الاثنين معا حيث يمكن تكرارهم بابعاد مختلفة وعلى مستويات متباينة دون أن نشعر ان هناك تغييرا معماريا عنيفا قد حدث (انظر منزل جمـال الدين الذهبى او بيت الكريدلية وامكانية تكـرار الاحواش الداخليـة والقاعات بدون الاخـلال بالاطار العام) والامثلة فى هذا المجال كثيرة متنوعة .

٦ ــ ان تشمل المبنى خاصيـة الاتصـال والاستمرارية دون ان يبدو كانه مركب من اجزاء موصلة اى تنسجم الاجزاء وتتحد وتتحول الى وحدة عضوية اى يكون وجود الاجزاء ضروريا ايضا .

● ان التتابع الفراغى وتشكيل العناصر والتسلسل المتغيرفى نقط الرؤيا وانسياب الفراغ الداخلى ، يؤكد المعنى والهدف الذى نادت به العمارة العضوية ــ بالاضافة الى ان هذا يؤكد موقف العمارة الاسلامية من النقطة السابقة رقم ٤ ــ بالرغم من تتابع الفراغات وتباينها من ناحية الحجم ووسائل الاتصال فانك تشعر انك داخل وحدة واحدة متكاملة وان جميع الاجزاء تتحد وتتحول الى وحدة عضوية واحدة ، فكل فراغ نتج من الذى قبله ويكمل الذى يليه ، ويلاحظ ذلك من تصميم المدخل المنحنى (المنكسر) وفى العـلاقات الفراغية المتتـابعة من المدخل الى الصحن فالمقعد فالقاعة .... فراغات متوازنة وتعاقب مفاجىء يثرى النفس ويبعدها عن الملل ويعطى الاحساس بالاثارة من التغييرات المختلفة سواء كان ذلك فى الصعود او النزول او فى تغيير الفراغات المتصـلة سواء من ناحية الاضـاءة ودرجاتها المختلفة والتى تلعب المشربيات دور كبير فيها ، ونصـل الى منتهى النجاح عنـدما يتحد الضوء والتشكيل فى التصميم فى بيت المسافر خانة .



الحوش وتداخل الفراغات



المسافرخانة وتنقيم الواجهات
(انظر ايضا وكالة الغورى)

المشربية

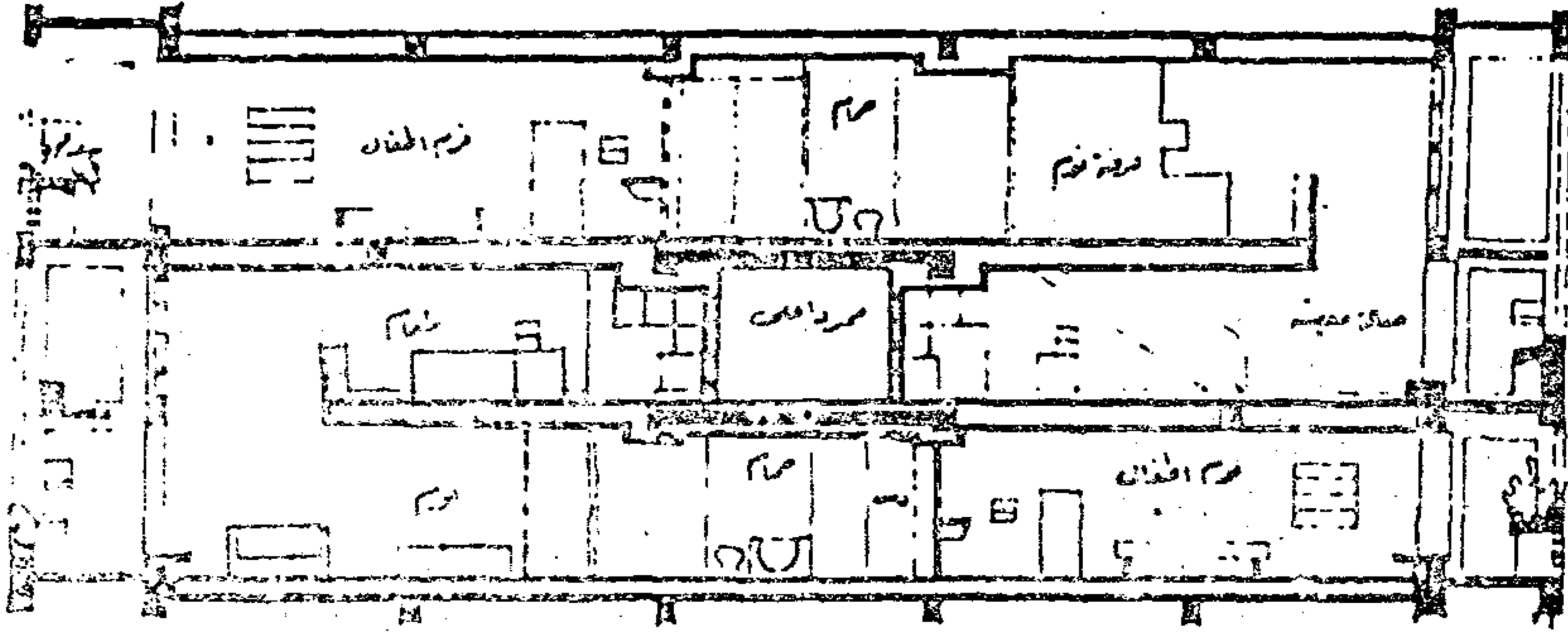
كما أن تكامل الفراغ وتداخله فى علاقات فراغية بين القاعة والدرقاعة وفى ارتباط فراغ الادوار العلوية بفراغ الادوار السفلى، تشكيلات ناجحة فى تصميم فراغ يتدفق باستمرار من الدور الارضى للادوار العلوية رأسيا ومن غرفة الى أخرى أفقيا .

والامثلة فى هذا المجال كثيرة منها ... ركوب الجزء العلوى للمعيشة فى الدور العلوى والجاليرى وفى الدور الثانى ببيت الكريدلية ومنها تمتد فراغات القاعة الرئيسية للضيوف من الدور الاول للدور الثانى وايضا تكامل الشقق المخصصة للحريم والجاليرى العلوية فى بيت جمال الدين الذهبى ونلاحظ ذلك ايضا فى وكالة الغورى .

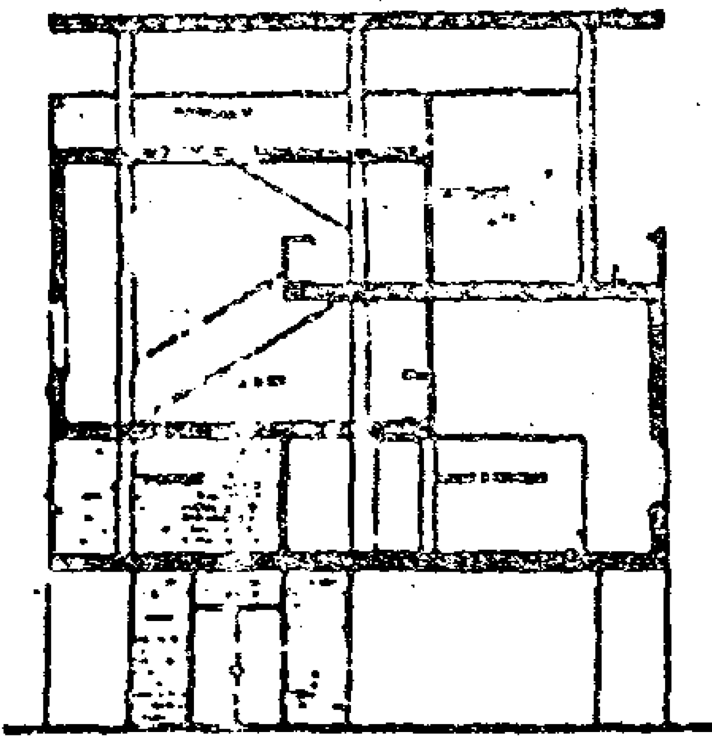
كل هذه الامثلة تؤكد ان هذه اهم ميزة فى العمارة الاسلامية اذا ان كل جزء فى حد ذاته يكتمل نجاحه بالاجزاء الاخرى التى حوله بما يعطى فى النهاية وحدة كاملة وناجحة وخاصة فى أجزاء الفراغات الداخلية .

٧ — الزخارف والزينات لا ترفضها العمارة العضوية ، مادامت من الشىء نفسه وليست ملصوقة عليه فهى تعطى التعبير المرئى عن الايقاع الداخلى وعن طابع الانشاء والمادة .

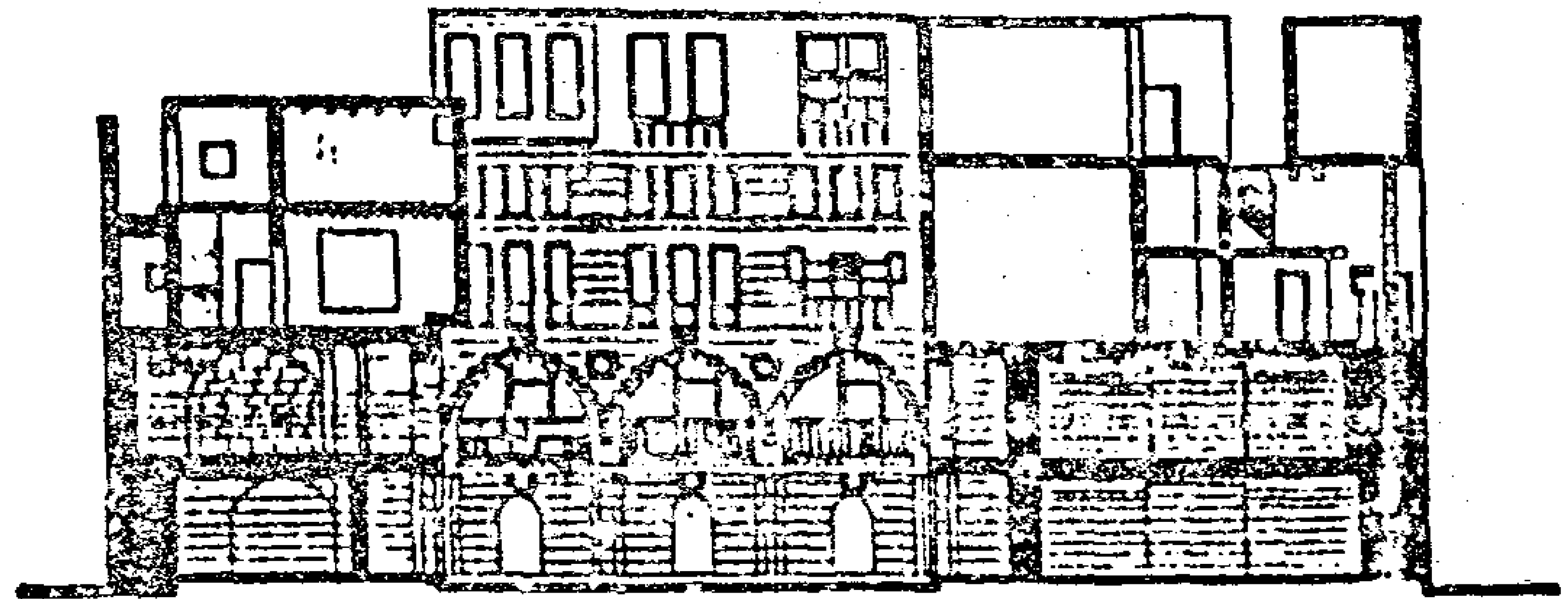
● — والعمارة الاسلامية شملت جميع الاتجاهات فى هذا الموضوع فهى بحكم احتكاكها المستمر بالعمارة المحلية لكل منطقة وتوالى فترات الازدهار والانكماش الاقتصادى عليها



قطاع رأسى فى الوحدات السكنية بعمارة مرسيليا "لوكوربوزييه"



ڤيلا فوطايشه "لكوربوزييه"



قطاعات متعامدة بوكالة الغورى بالقاهرة
لاحظ دراسة الفراغات وتداخلها
« العمارة الاسلامية وأعمال كوربوزييه »

وكذلك الفلسفات المختلفة ، لم توجد سمة خاصة قاطعة ففيها زخارف مبالغ فيها احيانا وفيها تقشف واضح احيانا أخرى .

الا أننا نستطيع أن نلمس فى العناصر المعمارية المميزة للعمارة الاسلامية مثل المقرنصات والمشربيات الفكر العضوى بوضوح فهى زخارف نابعة من الانشاء ومن وظيفة خالصة ، فالمقرنصات ظهرت اولا كوسيلة انشائية فى تحويل المربع الى دائرة فى انشاء القبة وظلت كذلك لفترات طويلة ثم استعملت استعمالات أخرى أهمها : —

(أ) وسيلة لحمل الشرفات والكوابيل الحجرية .

(ب) وجدت فى تجويفات وحنايات واجهات بعض الجوامع للتدرج او الانتقال من سطح لاخر وايضا فى طواقى المداخل الرئيسية وذلك كوسيلة لتحويل اركان التجويف المستطيل الى سطح دائرى كروى .

(جـ) استعملت بعد ذلك كعنصر زخرفى ككرانيش لشرف المآذن وايضا فى تيجان الاعمدة

اما المشربيات والمخرمات الجصيه فقد سبق الحديث عنها من الناحية الوظيفية وفى الامثلة السابقة نجد معظمها عضوية حسب المفهوم الغربى — اى من الشىء وليست ملصوقة عليه.

والعمارة العضوية تنادى بالبساطة وتجريد ما هو زائد ودخيل لا صله له بالمبنى ، ونستطيع ان نلحظ ذلك فى بعض الصور المرفقة التى تؤكد هذا الاتجاه فى معظم المدارس الفرعية فى العمارة الاسلامية وخاصة فى الواجهات الخارجية .

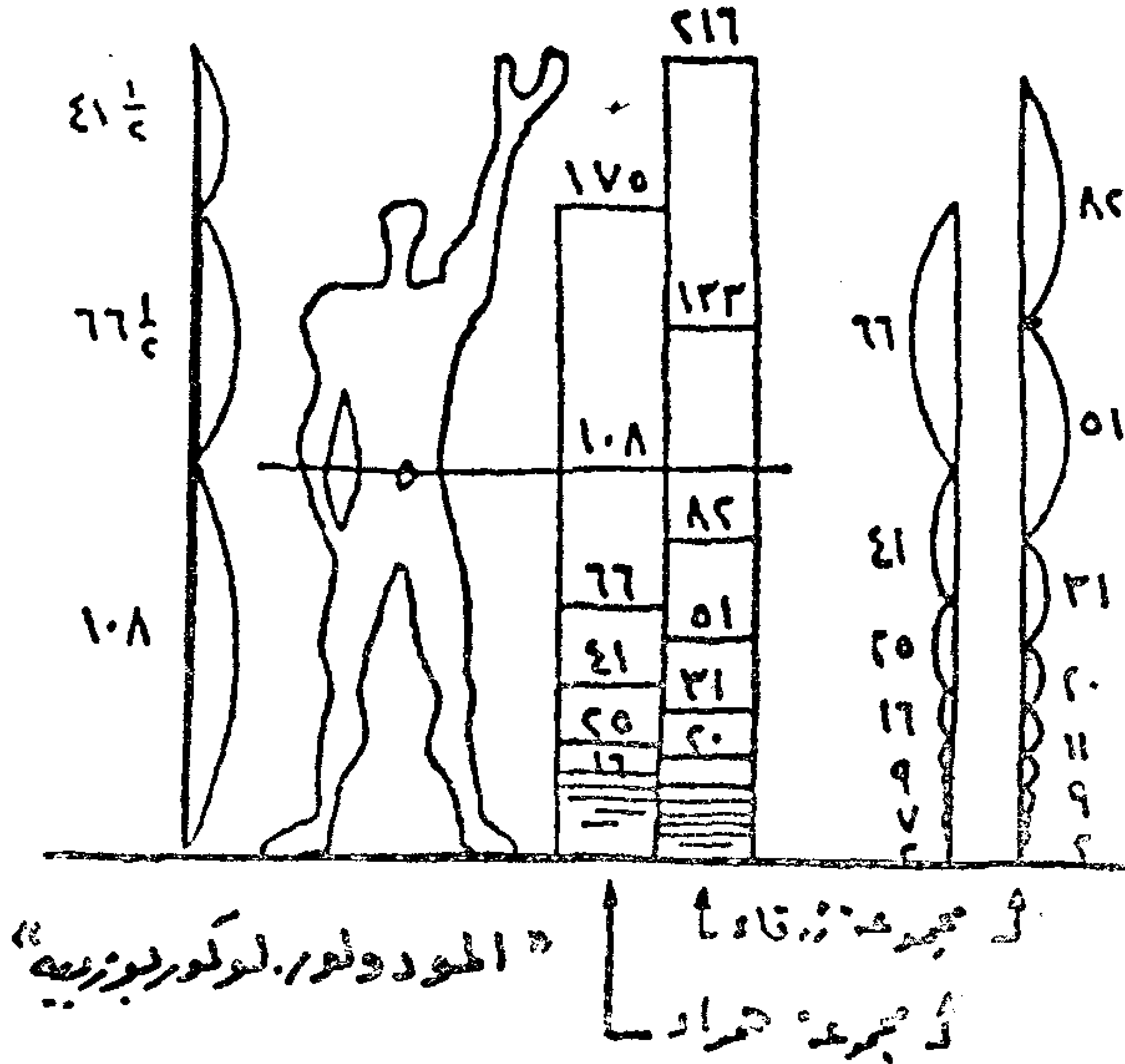
العمارة الوظيفية :

تعنى ان الاشياء تصنع لتؤدى وظائف عملية محدده ولذلك تحدد الاهداف المقصودة شكل الشىء المصنوع وبالتالى يكون الشكل ملائم للوظيفة وتابعا لها .

ونستطيع أن نقسم افكارها الى قسمين رئيسين اولهم الافكار الاولى التى صاحبت تطبيق النظرية فى العمارة وهى الافكار التى نادى بها لوكوربوزيه — رائدها الاشهر — وتحرر منها بعد ذلك فى التطبيق وثانيهما الافكار والاتجاهات التى تطبق بالفعل .

١ — القسم الاول :

(أ) كانت الافكار تنادى بأن تحدد المقاسات والاشكال تبعا لمقاسات حجم الانسان ، وأن تشبه المبانى بالانسان .



« الموديولور لوكوربوزييه »

● فى العمارة الاسلامية لم يصل الينا ما يثبت انها تناولت بصورة او بأخرى تطبيق هذا الفكر وان كان من المعروف ان الزخارف والنحت فى الفنون الاسلامية بعدت تماما عن التجسيم والتجسيد الواضح او تصوير جسم الانسان او الحيوان ورفضت التماثيل لاسباب دينية معروفة عن الدين الاسلامى ومحاربته للوثنية التى يبرزها صنع التماثيل وبالتالى فلا نعتقد انه كان هناك أى ارتباط بين مقاسات جسم الانسان ومقاسات المبنى — بالمفهوم الذى ذكره لوكوربوزييه فى العمارة الاسلامية او حتى أى افكار مشابهة .

(ب) التقييد الحرفى فى تطبيقها اظهر عيوب كثيرة منها الجمود الفكرى وسهولة تقليدها دون فهم ولذلك تهرب الاوائل من هذه الحرفية وقالوا ان هناك ما هو اكبر من ذلك يمس احساس الانسان ومشاعره .

● والعمارة الاسلامية فى هذه النقطة تعى تماما أن الموضوع ليس تطبيق وظيفى بحت فان ما سبق ذكرناه عن الدراسات الفراغية الداخلية والتنويع والتشكيل ودراسات نقط الرؤيا وانسياب الفراغ .... بالاضافة الى التنغيم فى التشكيل المعمارى والتنغيم فى الواجهات سواء كان هذا التنغيم بايقاع منتظم مع اختلاف فى المستوى مثل وكالة الغورى بالقاهرة او بايقاع غير منتظم كما فى الواجهة الرئيسية لمدرسة السلطان حسن بالقاهرة .

هذه المميزات فى العمارة الاسلامية تعنى انها لمست احتياجات الانسان الحسية والجمالية ولمست مشاعرة كما ادتوظائفه المادية وفراغاته الوظيفية فى العمارة بمفهومها الغربى وقبل ان يطبقوها ويجربوا ويتخلوا عن حرفيتهافىالتطبيق

٢ ـ القسم الثانى وهى الافكار التى تطبق حاليا : ـ

(أ) وهى استخدام المواد الجديدة واظهارها بأصولها وخواصها ،واستعمال الانشاء الحديث والاستفادة الكاملة من التكنولوجيا .

● والعمارة الاسلامية كانت على مر العصور وكما سبق ان ذكرنا تستوعب دائما ما يستجد عليها من مواد وتكنولوجيا وقد ثبت من كثير من المشروعات والمحاولات المعمارية الاسلامية المعاصرة امكانية المحافظة على جوهر ومضمون هذه العمارة مع استيعابها للتكنولوجيا وتحقيق سمة العصر واحتياجاته من السرعة فى التنفيذ وسهولته وضخامة انتاجه والامثلة والمحاولات المعمارية الجادة فى هذا المجال كثيرة

(ب) مراعاة عوامل الجو الدقيقة المثبوته بالارقام مما يعطى للعمارة طابعا اقليميا .

● وقد سبق ان ذكرنا مدى نجاح العمارة الاسلامية فى شتى مناطقها ان تتغلب على مشاكلها المناخية بدقةمتناهية مما اعطت حلول بيئية مع الاحتفاظ بالجوهر العام لها .

(جـ) محاولة ايجاد المرونة للاستعمال الشخصى بدلا من التصميم العام بحيث يصبح لكل بيت الطابع الذى يبرز صفات صاحبه فيه.

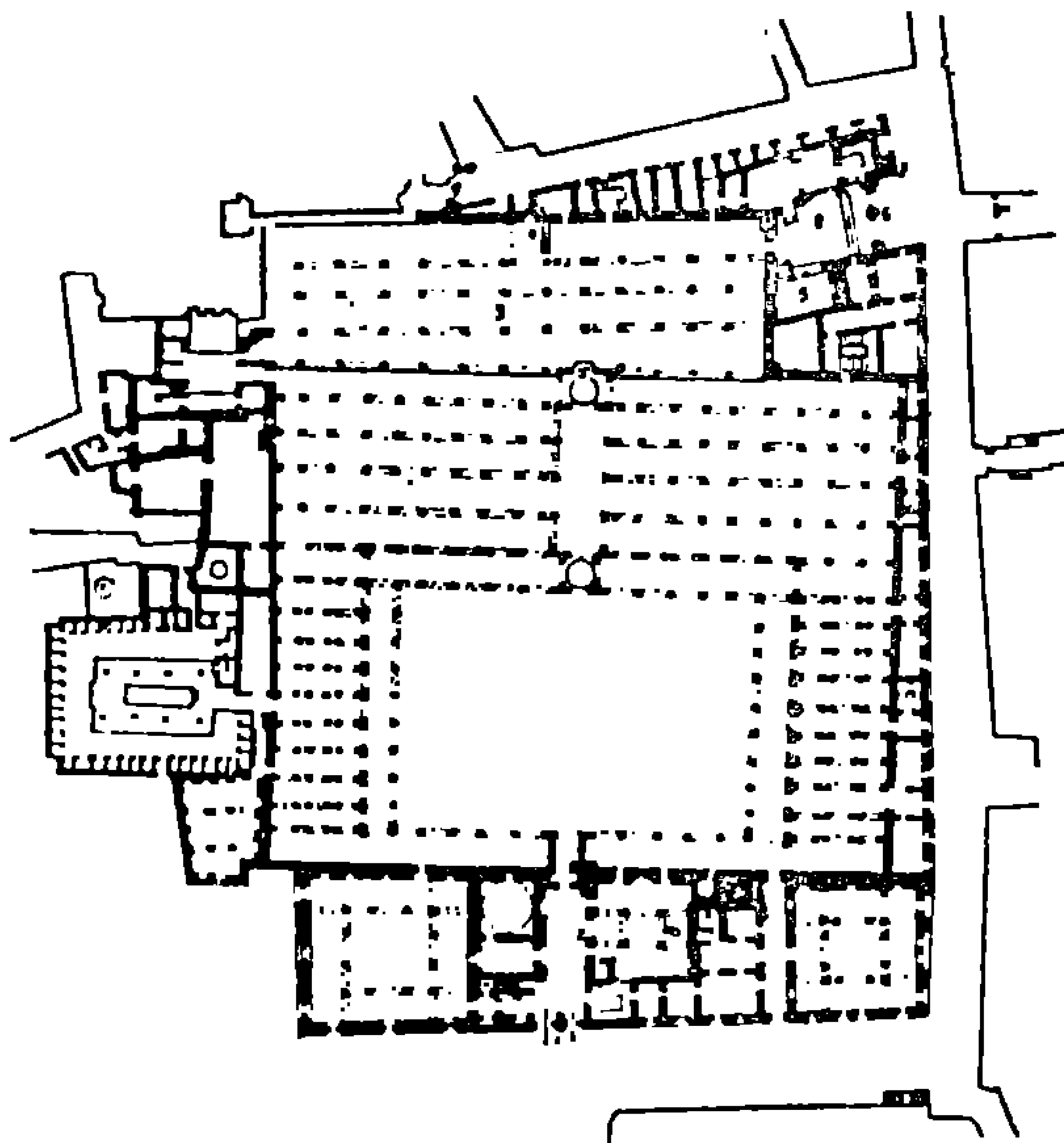
● ان الحلول المعمارية الداخلية المختلفة نستطيع ان نميزها بسهولة فى حلول المنازل بالاحياء الداخلية للحرف المختلفة بالقاهرة القديمة لخير شاهد على ان العمارة الاسلامية كانت تعى ذلك تماما وهو تأكيد عدم حرفية التطبيق الوظيفى البحت فى العمارة فان المنازل السكنية المزدوجة الطابق فوق المحلات بالخيامية تختلف تماما عن المنازل السكنية للحرفيين فى الاحياء الاخرى كما ان الاسكان يختلف فى المناطق التجارية بالخانات او الوكالات فلكل حرفة الطابع المميز لمنازلها عن الحرفة الاخرى ولا يوجد لدينا عدد كاف من المنازل لذوى الحرفه الواحدة ذوى المستوى الواحد لنستطيع ان نقرر هذا الاختلاف كان موجود حتى بين كل شخص وآخر داخل الحرفة الواحدة أم لا .

الفراغ الشامل والعمارة الاسلامية :

قدم ميس فان درروة كثير من الافكار التى ساعدت على حدوث التطور الغربى للعمارة واهم نقاط يتميز بها فكرة بالاضافة الى البساطة والانشاء بالحديد والزجاج ...هى فكرة الفراغ الشامل .

وتعنى الفكرة ان المبنى يحتوى على فراغ واحد شامل لاداء كافة الانشطة بداخله دون التحديد لوظيفة معينة وحيدة ولكن امكانية احتوائه لعدة وظائف .

● والعمارة الاسلامية فى الجوامع (المسجد الجامع) قد طبقت هذا الفكر بنفس الوضوح قبل ذلك بعدة قرون فان المسجد الجامع بمسطحه الكبير المفتوح وببساطته استعمل للصلاة والتدريس فى أيواناته المختلفة وكان فى بعض العصور بيت المال والزكاة وفى معظم الأحوال للمشاورات والقيادات السياسية وأفضل مثل لذلك هو الجامع الأزهر .



الجامع الأزهر

الخلاصــة :

من الدراسة السابقة نستطيع ان نستخلص :

١ ــ ان العمارة الاســـلامية عمارة شاملة سبقت كل الفلسفات والاتجاهات الغربية بعدة قرون بل وحملت فى كثير من الأحيان ــ مميزات كل اتجاه دون عيوبه ، وهى فى عمقها تحتوى وتجب مبادىء هذه الأفكار .

٢ ــ العمارة الاســـلامية نضجت على مر العصور من خلال تفرعاتها مع مختلف البيئات والمجتمعـات والظـروف المناخية فهى عمـارة ناضجة احتفظت بجوهرها رغم تفرعاتها .

٣ ــ لم تكن العمارة الاسلامية طرازا واحدا ثابتا جامدا كما كانت العمارة فى الغرب خـلال القرون الماضية فى فترة ما قبل الثورة الصناعية طرزا جامدة كانت الثورة عليها ضرورة لمواكبة التقدم التكنولوجى الهائل وقد برزت اتجاهات مختلفة تقود هذه الثورة المعمارية مع بدايـة هذا القرن وقد انتقلت هذه الأفكار لننبهر بهـا وليتوقف التطور التلقائى والطبيعى والتفاعـل المستمر للعمارة الاسلامية كما حدث على مر العصور مع التغيرات الاجتماعية والتكنولوجية والتى كانت ستولد الشخصية المعمارية المتميزة لو استمرت فى مسيرتها دون انبهار بمدارس الغرب .

٤ ــ يجب على معماريينا المعاصرين الاقتناع بعمارتنا الاسلامية ومواصلة ممارستها وتطبيقها لتطويرها وتطويع التكنولوجيا الحديثة لخـدمة جوهرها لنستطيع أن نخرج بشخصيتنا المعمارية المتميزة وهذا لا يعنى ان نحتفظ بالقديم كمـا هو وننقله نقلا حرفيا ولكن ان نستعمل الفكـر والمنطق لتقييم الأشياء .... فما كانت دوافعه قائمة ولا زال صالحا للاستعمال فلا مانع من استمرار العمل به ، والمرفوض هو الابقاء على المظاهر بعد انتهاء الدوافع حيث يصبح ذلك هو التقليد المتحجر ، وينتج عمارة شكلية زخرفيه مزيفة .

وقد ظهرت خلال الأعوام الماضية أمثـلة كثيرة تؤكد نجاح المعماريين المتمسكين بعمارتهم الاسلامية فى تقديم أعمال عظيمة تدعو للأعجاب

المراجع العربية :

١ ــ عمالقة العمارة فى القـرن العشرين ــ الدكتور توفيق عبد الجواد .

٢ ــ عمارة القـــرن العشرين ــ الدكتور عرفان سامى .

٣ ــ لوكوربوزيه ــ الدكتور محمد حماد .

٤ ــ لوكوربوزيه ــ الدكتور عرفان سامى

٥ ــ العمارة الاسلامية فى صدر الاسلام ــ د. كمال الدين سامح .

٦ ــ العمارة الاسلامية فى مصر ــ د. كمال الدين سامح .

٧ ــ معالجة الفراغ فى العمارة الاسلامية ــ بحث بمجلة اتحاد المهندسين العرب ١٩٧٢/٩ د. يحى محمد عيد .

٨ ــ تأصيل القيم الحضارية فى بناء المدينة الاسلامية المعاصرة ــ د. عبد الباقى ابراهيم .

1. Modern movements in Architecture. JENCKS Charles.

2. Modern Architecture a critical history. PRAMPTION KENNETH.

أرض الحضر ماذا حدث لهـا ؟!

ـ أصـبحت سلعة تباع وتشـترى من اجل الربح ...
ـ فى المـاضى كان ثمن الارض حـوالى ٨٪ من قيمة المبنى ...
والآن يصـل الثمن الى ٣٠ ، ٤٠٪ بل والى ١٠٠٪ من قيمة المبنى ... !

أ.د. احمد خالد علام

موضوع هذا البحث ارض الحضر كأحـد المشكلات الرئيسية بالنسبة للاسكان الحضرى فى مصر : يبدأ البحث بنبذة تاريخية عن تطور التشريعات المنظمة للعمران ، والعوامل التى تؤثر على استعمـالات ارض الحضر ، وحجم مشكلة الاسـكان ، ثم يتنـاول البحث الكتلة الحضرية الرئيسية للقاهرة الكبرى ، وقوانين تنظيم المبـانى وتقسيم الاراضى وتأثيرها على شـكل ونشـاط العمران ولا سيما فى فترة ما بعـد الانفتاح الاقتصـادى ثم ينتهى لبحث ببعض التوصيات .

نبذة تاريخية

ان تاريخ الارض ولا سيمـا ارض الحضر والتشريعات المنظمة لها تاريخ طويل،مر بمراحل مختلفة حتى وصل الى الوضع الحالى ، ولقد قال الفلاسفة على مر ثورات الحرية أن الله أعطى الأرض لأولاد آدم على المشاع ، ومع أنها على المشاع للناس جميعا الا أن كل رجل له قطعة ارض فى ملكيته الخاصة ، ولا يوجد اى شخص سواه له الحق عليها ، لذا فان عمل يديه وجهد جسده هما له وحده ـ كما قالوا أن كل الناس ولدوا أحرارا ومتساوون ولهم حقوق طبيعية، ومن بين هـــذه الحقـــوق حق شراء الارض وامتلاكها وحمايتها .

بمعنى آخر فان قطعة الأرض التى يملكها الفرد تكمن فيها عدة خصائص يمكن اجمالها فى :

١ ـ حق صاحبها فى منع الغير من دخولها.

٢ ـ سلطة صاحبها فى نقل ملكيتها الى اى شخص آخر .

٣ ـ قدرة صاحبها على ان يستعملها كيف يشاء بما يعود عليه من فوائد ومزايا .

الا ان هذه الحقوق ليست مطلقة حيث أن الحكومة لها سلطة الاشراف على هذه الارض ، فعلى مر التاريخ كانت هنـاك مشروعات لاعادة تخطيط بعض الشوارع والميادين ، وكان يترتب على توسيعها نزع ملـكية ارض الافراد الذين تتعرض ملكياتهم لهذه التوسعة .

ومع بداية الثورة الصناعية والنمو السريع للمدن والهجرة المستمرة لأهل الريف الى مراكز الحضر وانتشـار الاحيـاء المتخلفة وتداخـل استعمالاتالأرض السكنية والصناعية وانتشار الأمراض والحـرايق تدخلت حكومات الدول الصناعية من أجل صحة وامن سكان المدينة ، ومن أمثلة ذلك منـع اقامة حظـائر الخنازير والحيوانات الأخرى بجوار المناطق السـكنية وخروج المصـانع المقلقة للراحة والخطرة على الصحة من وسط المدينة وتحديد مواصفات مواد البنـاء للمبانى التى تقام فى قلب المدينة حيث بيوت المال والاعمال منعـا من انتشـار الحرائق وهكذا ...

ويمكن حصر سـلطات الحكومة فى مجال التحـكم والاشراف على أرض الحضر فى ثلاث سلطات هى :

١ ـ سلطة نزع الملكية

تنص معظم دسـاتير دول العـالم على أن للدولة الحق فى ممارسة سلطة نزع ملكية الافراد والاستيلاء عليهـا (نظير ثمن منـاسب لهـا) لأغراض الصالح العام الذى يعود بالفائدة والنفع على المجتمع ككل مثل انشاء طريق عام او اقامة مستشفى أو مدرسة .

٢ - السلطة البوليسية القضائية

يمنح المجلس التشريعي في اى دولة الحكومة (الأجهزة الادارية) ممارسة السلطة البوليسية القضائية لتنفيذ بعض الاشتراطات سواء على الارض أو المباني القائمة عليها - اشتراطات تتصل بالمنفعة العامة التي تشمل الصحة العامة والامن والراحة والاقتصاد والاخلاق العامة والنواحي الجمالية ، ومن أمثلة ذلك الاشتراطات الواردة بقوانين المباني والاسكان وتقسيم الاراضي وتخطيط المدن التي تتعلق بسلامة وأمن المنشآت وحماية البيئة وصحة السكان وتحديد استعمالات أرض الحضر .

٣ - سلطة فرض ضرائب محلية ورسوم بلدية

تصدر التشريعات بمنح مجلس المدينة سلطة فرض ضرائب محلية ورسوم بلدية على ارض الحضر واستعمالاتها مقابل الخدمات البلدية التي يقوم بها المجلس كالكنس والرش والنظافة وانارة الشوارع ورصف الطرق وانشاء الحدائق عائد يغطى جزء من انشاء وتشغيل وصيانة هذه المرافق .

العوامل التي تؤثر على استعمالات ارض الحضر

توضح العوامل التي تؤثر على استعمالات أرض الحضر كيف نمت وكبرت المدينة ، وتنقسم هذه العوامل الى ثلاث : اقتصادية واجتماعية وعوامل المنفعة العامة .

وبالنسبة للعوامل الاقتصادية فان لكل قطعة أرض في سوق أرض الحضر سعرا طبقا لموقعها في اطار الشكل العام لاستعمالات الارض وكذا بالنسبة لمواقع بعض القطع الأخرى ، وبهذا توجد قطع في مواقع محددة لها قيمة اعلا لقربها مثلا من السوق التجارى او المدرسة او مكان العمل أو الترفيه ، والعرف المعمول به أن سعر الارض له علاقة كبيرة بالعائد الحقيقي من الارض والسؤال الذى يفرض نفسه هو كيف يتغير هيكل الاسعار المكاني بالنسبة للمواقع المختلفة واستعمالاتها ؟

ويمكن أن يوضح هيكل اسعار الارض في معظم المدن الصغرى كالآتي :

- سعر الارض في مركز المدينة حيث المركز التجارى والمؤسسات الحكومية يمثل أعلى الاسعار ، لهذا نجد ان استعمالات ارض هذا المركز مكثفة ، فاذا خرجنا من وسط المدينة قليلا وجدنا مواقع للصناعة وللاعمال الأخرى واسعار أرض هذه الانشطة اقل من اسعار ارض وسط المدينة ، اما مساحات الأطراف والتي تشمل الاستعمالات السكنية وغيرها فتقل كثافة التنمية بها .

ويتضح من هذا ان اسعار الارض تقل بوجه عام كلما بعدت عن وسط المدينة ، كما تشير بعض الدراسات ان سعر الارض يقل كلما بعد الموقع عن الطرق الرئيسية ، وبالطبع يسهل تطبيق مثل هذه النظريات على المدن الصغرى ، اما عندما تنمو وتكبر المدينة تتعقد هذه النظريات ، كما تتعقد العلاقات الآتية :

- تتغير قيمة الارض بتغير الاستعمال (سكنى - تجارى - صناعى) .

- تتغير قيمة الأرض بالبعد أو القرب من مراكز الانشطة .

- تؤثر قيمة الارض على كثافة تنميتها فالارض ذات السعر المنخفض يمكن استعمالها فيلات وذات السعر المرتفع تقام عليها عمارات

- تتغير كثافة التنمية على الارض مع تغير الزمن . ونخرج من هذا بان العوامل الثلاثة : القيمة والاستعمالات والكثافة - متداخلة ومرتبطة مع بعضها .

ويوجد بجانب العوامل الاقتصادية سلسلة اخرى من العوامل الاجتماعية تؤثر على تنظيم استخدامات أرض الحضر ، وهذه العوامل غير واضحة الى حد ما اذا ما قورنت بالعوامل الاقتصادية ، ولا شك أن العوامل الاقتصادية والاجتماعية متداخلة ومتشابكة مع بعضها ، ومن امثلة العوامل الاجتماعية : الغزو والاحلال - والمركزية والانتشار .

والغزو والاحلال عمليتان مرتبطتان مع بعضهما ، والغزو عبارة عن قيام مجموعة من السكان بالانتقال الى حى سكنى يسكنه مجموعة تفوق مستواها الاجتماعى والثقافى والاقتصادى المجموعة الغازية ، ويترتب على هذا هجرة السكان الاصليين من الحى الى حى آخر ليحل محلهم غزاة آخرين ، وهكذا .. وبعد فترة تكون غالبية سكان الحى من الجماعة الجديدة الغازية ويلاحظ في عملية الغزو والاحلال اشتراك الحركة المكانية مع الحركة الاجتماعية ومن امثلة ذلك غزو الزنوج في الولايات المتحدة الاحياء التي يسكنها الرجل الابيض - مما يترتب عليه هجرة السكان الاصليين الى احياء اخرى ليحل محلهم الزنوج .

وكل ما قيل من غزو واحلال بالنسبة للسكان يمكن ان يقال عن غزو نشاط اقتصادى منطقة ليحل محل نشاط اقتصادى آخر .

اما عمليتا المركزية واللامركزية (الانتشار) — فتعنى المركزية تمركز السكان او الانشطة الحضرية (الثقافية والتجارية والسياحية) فى مركز حضرى بكثافة عالية — واللامركزية (الانتشار) عبارة عن تفتيت هذا المركز بتخفيف كثافة السكان والانشطة وهجرتها الى الضواحى او الى مراكز حضر صغيرة .

اما العامل الثالث الذى يؤثر على استعمالات ارض الحضر فهو المنفعة العامة والتى سبق الكلام عنها وتشمل الصحة العامة والامن والراحة والاقتصاد والنواحى الجمالية والاخلاق العامة — وهذه العناصر لها تأثير كبير على تخطيط استعمالات الارض .

حجم المشكلة

اذا انتقلنا من المناقشة النظرية الى التطبيق العملى وتناولنا مشكلة ارض الحضر فى مصر — فحتى يمكن تحديد حجم المشكلة بشكل عام يجب معرفة احتياجات الاسكان الحضرى من الارض — ولقد اوضحت الدراسة التى قام بها مجلس الشورى أخيرا ان احتياجات الاسكان الحضرى حتى عام ٢٠٠٠ هو ٣٩٢ر٤ مليون وحدة سكنية تفصيلها كالآتى

٧٠٠ر١ مليون وحدة — الاحتياجات الحالية

٤٨١ر٢ مليون وحدة — احتياجات المستقبل

٢١١ر. مليون وحدة — احتياجات الاحلال

٣٩٢ر٤ مليون وحدة

وتقدر الخطة الخمسية الحالية (٨٢–١٩٨٧) حجم الاسكان المطلوب بمقدار ٦٧٥ الف وحدة سكنية تحتاج الى ٢٧ الف فدان — وما يمكن تدبيره من الارض هو ٣ر١٨ الف فدان — أى ان هناك عجز فى الارض اللازمة للخطة الحالية مقداره ٧ر٨ الف فدان — فاذا علمنا ان الخطة عدلت ليصبح حجم الاسكان المطلوب ٨٠٠ الف (بدلا من ٦٧٥ الف) فسنجد أن العجز فى الارض سيصل الى حوالى ١٠ الف فدان — هذا على مستوى الاسكان الحضرى فى مصر .

اما على مستوى القاهرة الكبرى التى تضم مدينة القاهرة ومدينتى الجيزة وشبرا الخيمة، فيقدر عدد السكان الحالى ٦ر٨ مليون نسمة ، ومن المنتظر ان يصل هذا العدد حسب التخطيط العام الى ٢ر١٣ مليون نسمه حتى عام ٢٠٠٠ اى بزيادة قدرها ٦ر٤ مليون نسمة .

وتحتاج هذه الزيادة حوالى مليون وحدة سكنية بخدماتها ومرافقها تحتاج حوالى ٧٠ الف فدان ، ولقد اظهرت الدراسات والمباحث الميدانية التى اجريت بعد اعداد المخطط العام للقاهرة انه لا يمكن توفير هذه المساحة ولا حتى نصفها او ثلثها لا داخل هذه الكتلة المبنية ولا على اطرافها المتاخمة

وبشىء من التفصيل البسيط يتناول الجزء التالى الكتلة العمرانية الرئيسية للقاهرة الكبرى التى تشمل القاهرة ومدينتى شبرا الخيمة والجيزة :

يوضح الآتى تطور مساحة الكتلة العمرانية (المبنية) للقاهرة الكبرى :

١ — فى الفترة من ٤٥ — ١٩٦٨ زادت المساحة من ٧٩٨٠ الى ١٦١٤٠ هنكار بمعدل نمو سنوى قدره ٨ر٣٪ .

٢ — فى الفترة من ٦٨ — ١٩٧٧ زادت المساحة من ١٦١٤٠ الى ٢٠٩٢٠ هنكار بمعدل نمو سنوى قدره ٥ر٢٪

٣ — فى الفترة من ٧٧ — ١٩٨٢ زادت المساحة من ٢٠٩٢٠ الى ٢٦١٩٢ هنكار بمعدل نمو سنوى قدره ٤ر٢٪

وقد بلغ الزحف العمرانى لهذه الكتلة العمرانية الرئيسية للقاهرة الكبرى على الارض الزراعية فى الفترة ٦٨ — ١٩٧٧ حوالى ١٦٩٠ هنكار وفى الفترة ٧٧ — ١٩٨٢ بحوالى ١٦٨٥ هكتار

والمساحة الكلية للكتلة العمرانية للقاهرة الكبرى موزعة كالآتى :

١ — منطقة وسط المدينة تمثل ٦٪ من المساحة الاجمالية للكتلة وتتركز فيها الانشطة التجارية والمالية والمؤسسات الحكومية .

٢ — منطقة انتقالية حول وسط المدينة وتبلغ مساحتها حوالى ٥ر٢٪ من المساحة الكلية وتتميز بخليط من الاستعمالات التى تخدم الانشطة المركزية .

٣ — المنطقة السكنية وتمثل ٥ر٣٤٪ .

٤ — منطقة الخدمات الفرعية وتشمل حوالى ١٥٪ موزعة بين مصر الجديدة ومدينة نصر والعباسية والدقى والجيزة .

٥ ــ التجمعات الصناعية وتشغل ٥ر١٣٪ من المساحة وتتمركز فى حلوان وشبرا الخيمة.

٦ ــ الجبانات وتشغل ٥ر٢٪ .

٧ ــ الثكنات العسكرية وتشغل ٥ر٢٦٪ من المساحة الكلية للقاهرة الكبرى .

واخذ امتداد القاهرة الكبرى فى النمو فى هذه الاتجاهات :

١ ــ فى الشمال الشرقى على الارض الزراعية فى شبرا الخيمة وعين شمس والمطرية

٢ ــ على الضفة الغربية للنيل فى بولاق وامبابه والهرم .

٣ ــ فى الجنوب فى دار السلام والبساتين.

٤ ــ فى اقصى الجنوب حول المصانع فى حلوان والتبين .

٥ ــ فى الشرق على ارض شبه صحراوية فى منشأة ناصر

وتقدر مساحة النمو العشوائى بحوالى ٢٩٢١ هكتار تمثل حوالى ١٦٪ من مساحة الكتلة العمرانية ــ كما يقدر سكان هذه الاحياء العشوائية بحوالى ٦ر١ مليون نسمة تمثل حوالى ٢٠٪ من سكان القاهرة الكبرى ، اما معدل النمو العشوائى فيقدر بحوالى ٨٪ أى حوالى ضعف نمو الكتلة العمرانية للسكان .

السكان

فى عام ١٩٤٥ كانت مساحة الكتلة العمرانية الرئيسية ٧٩٨٠ هكتار والسكان ٦٦ر٢ مليون نسمة بكثافة قدرها حوالى ٣٣٠ نسمة /هكتار

وفى عام ١٩٨٢ أصبحت مساحة هذه الكتلة ٢٦١٩٢ هكتار والسكان ٦ر٨مليون نسمة بكثافة قدرها ٣٨٠ نسمة / هكتار .

وتوجد ظاهرة تناقص المناطق السكنية القديمة ونمو مستمر فى المناطق الخارجية الواقعة على الاطراف .

وبالنسبة لتناقص المناطق السكنية القديمه فهى كالآتى :

١ ــ تناقص مطلق خلال الفترة التعدادية ٦٠ ــ ٦٦ ــ ١٩٧٦ فى اقدم الاحياء القديمة : الازبكية ــ الموسكى بولاق ــ قصر النيل .

٢ ــ تناقص مطلق خلال الفترة التعدادية ٦٦ ــ ١٩٧٦ فى احياء اقل قدما وهى :

الوايلى ــ شبرا ــ السيدة زينب ــ الخليفة وقسم الجيزة .

وترجع اسباب التناقص لعدة أسباب منها: تغيير الاستخدام السكنى الى تجارى ومكاتب وتناقص معدل التزاحم وتعرض المبانى للانهيار بسبب سوء الصيانة .

٣ ــ تناقص نسبى فى سكان المناطق التى تقترب من حالة التشبع وهى : اقسام مصر الجديدة ــ وحدائق القبة ــ واقسام امبابه والعجوزة والدقى على امتداد النيل .

ولنسبة لنمو المناطق الواقعة على الاطراف فهى كالآتى :

استوعيت ٨ اقسام فى الفترة ٦٦ ــ ١٩٧٦ حوالى ٦٧٪ من جملة سكان القاهرة الكبرى منها :

أ ــ ٣ أقسام زاد عدد السكان فى كل منها حوالى ٢٠٠ الف نسمة (اكثر من الضعف) خلال عشر سنوات وهى : المطرية ــ وبولاق ــ وشبرا الخيمة .

٢ ــ ٥ أقسام زاد عدد سكان كل منها بين ١٠٠ ــ ٢٠٠ ألف نسمة هى : الشرابية ــ والزيتون ــ والمعادى ــ وامبابة ــ ومركز امبابة

القوانين المنظمة للعمران فى مصر

يوجد ثلاث قوانين رئيسية لها تأثير مباشر على ارض الحضر هى تنظيم المبانى وتقسيم الاراضى وايجارات المساكن .

يتناول قانون المبانى رقم ١٠٦ لسنة ١٩٧٦ الشروط والمواصفات الواجب مراعاتها عند تصميم المبنى وانشائه مثل توفير الاضاءة والتهوية الطبيعية لكل غرف ومرافق المبنى وتوفير المرافق الأساسية والا يزيد ارتفاع المبنى عن مرة ونصف مرة عرض الشارع ، وللاسف لا يحترم كثير من أصحاب التراخيص هذا الشرط وترتفع المبانى المخالفة ــ وتصدر المحاكم الأحكام بازالة الادوار المخالفة ، ولكن صدر قانون رقم ٣٠ لسنة ١٩٨١ ينص على الا يجوز ازالة مبنى مشغول بالسكان .

وبالنسبة لتقسيم الاراضى الفضاء فينص القانون رقم ٥٢ لسنة ١٩٤٠ الذى عدل بالقانون ٣ لسنة ١٩٨٢ على ان تخصص ثلث مساحة الارض المطلوب تقسيمها للشوارع والحدائق العامة ، والا يقل عرض الشارع عن ١٠ متر

* المخطط العام لتخطيط القاهرة الكبرى ــ الهيئة العامة للتخطيط العمرانى .

والا تزيد نسبة مساحة المبانى المقامة على قطعة الأرض عن ٦٠٪ ، وصدر تقسيمات كثيرة طوال الخمسين عاما الماضية مطابقة لهذا القانون ، الا انه فى الفترة الأخيرة ولا سيما بعد الانفتاح الاقتصادى حدث تسيب فى التطبيق ولا سيما فى أطراف المدينة وستناقش هذه المخالفات بالتفصيل فيما بعد .

واقيمت احياء جاردن سيتى والزمالك ومصر الجديدة والمعادى والمهندسين ومدينة نصر والمقطم ــ قسمت هذه الأحياء وبنيت على أساس اشتراطات بنائية أكثر تشددا من الاشتراطات الواردة بقوانين تقسيم الأرض وتنظيم المبانى . . فمثلا بينما تنص هذه القوانين على الا تزيد نسبة اشغال المبنى عن ٦٠٪ من مساحة قطعة الأرض والا يزيد ارتفاع المبنى عن مرة ونصف عرض الشارع ــ نجدان الاشتراطات التى تحكمت فى تنمية هذه الاحياء اشترطت الا تزيد نسبة اشغال المبنى عن ٤٠ أو ٥٠٪ من مساحة قطعة الارض والا يتجاوز الارتفاع عن ١٥ متر مهما سمح عرض الشارع بازيد من ذلك

ولا شك أن الهدف من هذه الاشتراطات الاكثر تشددا من قوانين تقسيم الأراضى وتنظيم المبانى هو خلق بيئة سكنية صحية ذات كثافة سكانية منخفضة ومستوى عمرانى وتخطيطى عالى ــ وترتب على ذلك ان ظهرت فى القاهرة أحياء جميلة ذات طرز معمارية : فرعونية واسلامية وهندية واندلسية وحديثة ، وأصبحت هذه الأحياء تضارع اجمل الأحياء الموجودة فى المدن الأوربية والأمريكية بل وتفوقها فى مستواها العمرانى .

وسارت الأمور على هذا المنوال حتى جاءت حرب أكتوبر واخذت الدولة بأسلوب الانفتاح الاقتصادى وأصبح ايقاع الحياة سريعا ، وترتب على ذلك ان أصبحت الزمالك وجاردن سيتى وغيرها من الأحياء الراقية سوقا واسعة للارض مما اغرى كثير من ملاك الفيلات والقصور الى بيع ممتلكاتهم التى تعتبر من اجمل مبانى القاهرة وتجزئة قطعة الأرض المقام عليها القصر أو الفيلا الى قطعتين واكثر يكثر عليها الطلب لاقامة عمارة على كامل الأرض لاقصى ارتفاع يسمح به قانون المبانى وهو مرة ونصف عرض الشارع .

فمدينة المهندسين التى خططت فى الخمسينات على أساس فيلات وبنيت باكملها على هذا الأساس ــ ماذا يحدث لها الآن ؟ تهدم الفيلا قبل ان ينقضى عمرها الافتراضى وهذا اهدار للثروة القومية ــ ثم يقام مكانها عمارة على كامل القطعة وبارتفاع ٣٠ متر وترتب على ذلك ان ارتفعت أسعار أرض المدينة الى ٥٠٠ ، ١٠٠٠ ، ٢٠٠٠ جنيه للمتر المربع . . . !

ومدينة نصر خططت على أساس الا يشغل المبنى أكثر من ٤٠٪ من مساحة قطعة الأرض وبارتفاع لا يزيد عن ١٥ متر ــ يخالف الملاك الآن هذه الاشتراطات ويبنون مبانى مخالفة يصل ارتفاعها الى ٣٠ متر ، ونتيجة لهذه المخالفات ارتفع سعر الأرض من ٤ جنيه الى ٢٠٠ ، ٣٠٠ جنيه .

وبالنسبة للضواحى فيمتد العمران حول القاهرة الكبرى على الأرض الزراعية والصحراوية ــ على الأرض الزراعية فى شبرا الخيمة وعين شمس والمطرية وامبابة والهرم والبساتين . . . دون توجيه أو تخطيط أو الحصول على رخصة تقسيم أراضى وتنظيم مبانى ، ويقوم الأهالى ببناء مساكن غير مستوفاة للشروط الصحية ولا تطابق قانون المبانى من حيث الارتفاعات والمناور والمرافق العامة ــ مبانى مقامة على قطع أراضى غير مقسمة تقسيما يطابق قانون التقسيم فالشوارع ضيقة تقل عن عشرة امتار وارض التقسيم غير مجهزة بالمرافق العامة والمبنى يشغل قطعة الارض بالكامل ــ ونمت هذه المناطق فى غيبة القوانين وأصبحت تشوه جمال الطبيعة حول العاصمة .

وبالنسبة للعلاقة بين المالك والمستاجر فيسرى حاليا أحكام القانون رقم ٤٩ لسنة ١٩٧٧ والقانون رقم ١٣٦ لسنة ١٩٨١، وبمقتضى هذه القوانين أصبح من المعمول به عند تحديد صافى العائد ان يكون ٧٪ من قيمة الأرض والمبانى ، وتقدر قيمة الأرض حسب أسعار عام ١٩٧٤ مع زيادة قدرها ٧٪ سنويا ، أما المبانى فتقدر حسب التكلفة الفعلية ، الا ان هذا لم يطبق أطلاقا منذ صدور القانون، ولم يحدث أن تحدد ايجار بحساب التكلفة الفعلية على الاطلاق ، ولهذا لا يقبل احد على بناء الاسكان ، الاقتصادى او المتوسط واستثنى القانون الاسكان الفاخر من أحكام تقدير الايجارات .

نشاط العمران فى فترة ما بعد الانفتاح :

اخذ شكل العمران بعد حرب أكتوبر وبالذات بعد الانفتاح الاقتصادى صورتين : الصورة الأولى فى وسط القاهرة حيث اقيمت الابراج السكنية والعمارات العالية والمكاتب والمكاتب الادارية محل الفيلات والمبانى المكونة

من دورين أو ثلاثة ، والصورة الثانية فى اطراف المدينة وضواحيها حيث أخذ شكل العمران الزحف على الأرض الزراعية عن طريق بناء عمارات سكنية مكونة من ٣ ، ٤ ، ٥ أدوار وأحيانا أكثر من ذلك ينقص غالبيتها المرافق العامة ، تقام على أراضى غير مقسمة تقسيما يطابق قانون التقسيم ومخالفة لقانون المبانى كما سبق ذكره .

شركات الاستثمار : ظهر بعد الانفتاح الاقتصادى شركات استثمار قطاع خاص لم تكن موجودة من قبل ، تختار هذه الشركات أراضى فى مواقع ممتازة فى أحياء القاهرة الراقية كالدقى والمهندسين وجاردن سيتى،اراضى مقام عليها فيلا أو قصر أو مبنى من طابقين أو ثلاث يصل سعرها حوالى ٨٠٠ أو ١٠٠٠ جنيه للمتر المربع أو اكثر من ذلك ، تشترى الشركة قطعة الارض من المالك نظير حصوله على شقة اواكثر فى العمارة التى ستقام ــ أو تدفع له نسبة من ثمن الأرض والباقى وحدة سكنية .

ثم تعلن الشركة فى الصحف اليومية عن بيع وحدات سكنية غرفين نوم أو ثلاث أو أربع على أساس سعر الواحدة ٥٠ ، ٦٠ ، ١٠٠ الف جنيه ، وتطلب الشركة من الشارى ٥٠٪ من اقيمة الوحدة مقدما قبل الشروع فى البناء ، والباقى على أقساط سنوية أو شهرية خلال البناء لمدة تتراوح بين ٢٤ ــ ٣٦ شهر ، ويتضح من هذا ان شركات الاستثمار تتجه الى الشرائح العليا من الدخول .

ويسمح هذا الأسلوب للشركة بتحقيق أرباح عالية ، وهكذا ترتفع الأبراج السكنية والعمارات العالية وتظهر شقق التمليك وتختفى شقق الايجار ، وبمعنى آخر لم يصبح هناك فى سوق الاسكان فى مجال الاسكان الخاص المرخص المقنن)) شقق للايجار .

وترتب على ذلك ان ارتفع سعر الأرض فى وسط المدينة ارتفاعا خياليا جعل الطبقة المتوسطة عاجزة عن الاستثمار فى مجال الاسكان فى هذه المنطقة ، ولم تعد تجد لها مكانا فيها فهربت الى الضواحى حيث الأرض الزراعية ، مما ترتب عليه انتعاش سوق تقسيم هذه الأراضى فى مستوى يلائم امكانيات هذه الطبقة .

وبالنسبة لشركات القطاع العام العاملة فى مجال الاسكان فقد اتجهت هى الأخرى بعد الانفتاح الاقتصادى الى بناء مساكن للتمليك مثل شركات الاستثمار الموضحة بعاليه وتخلت عن الطبقات المتوسطة التى لم تستفد من فرصة الهجرة الى الخارج .

ولا تختلف شركات القطاع العام عن شركات الاستثمار الا فى القليل فعلى سبيل المثال :

ــ ثمن الوحدة فى شركات الاستثمار ٥٠ ، ٨٠ ألف جنيه يقابلها فى القطاع لعام ١٥ ، ٣٠ الف جنيه .

ــ حجم المقدم فى شركات الاستثمار ٢٠ ــ ٣٠ ألف جنيه يقابلها فى القطاع العام ٥ ــ ١٠ ألف جنيه .

ــ طول فترة لسداد فى شركات الاستثمار ٢ ــ ٣ سنة يقابلها فى القطاع العام ٢٠ سنة .

وثمن الوحدة ومقدم الثمن فى لقطاع العام لا تقدر عليه الطبقة المتوسطة التى لم تستفد من الهجرة للخارج انما تقدر عليه فقط الطبقة التى استفادت من الهجرة للخارج أو التى استفادت من الانفتاح الاقتصادى أو العمالة الماهرة .

ويتضح من هذا ان شركات الاستثمار الخاصة وشركات القطاع العام اتجهت الى شرائح الدخول العالية ، وترتب على ذلك طرد شرائح اجتماعية واسعة الى الضواحى والأطراف، شرائح لا تسمح مدخراتها حتى من خلال عملها بالدول العربية بدفع ما تطلبه هذه الشركات فهربت الى الأرض الزراعية المتاخمة للعاصمة حيث شركات التقسيم .

شركات تقسيم الأراضى : قبل عام ١٩٧٤ لم يكن هناك سوى عدد محدود جدا من شركات التقسيم المسجلة والتى تعمل بشكل رسمى فى مجال تقسيم الاراضى وفى عام ١٩٨٢ بلغ عدد هذه الشركات أكثر من ٣٠ شركة ، تقوم الشركة بشراء مساحة من الارض الزراعية فدان أو اثنين أو خمسة فى عين شمس أو المطرية أو بهتيم أو امبابة أو الهرم ... تقسم الشركة هذه المساحة تقسيما شطرنجيا الى قطع فى حدود ٢٠٠ ــ ٣٠٠ متر مربع للقطعة ، والتقسيم من أول يوم يحوى كل عوامل التخلف الحضرى المبانى . فالشوارع ضيقة وغير مجهزة بالمرافق العامة والبناء بعد ذلك على كامل قطعة الارض.

تعرض الشركة القطع للبيع، يدفع الشارى نصف او ثلث الثمن ويقسط الباقى على سنتين أو ثلاث سنوات . وبهذا تحقق الشركة

ارباحا تصل الى ٣٠٠ ، ٤٠٠٪ فى فترة زمنية وجيزة بدون أى جهد وبرأسمال صغير حيث تشترى الارض من اصحابها بالفدان وتبيعها بالمتر المربع دون أن تجرى عليها أى عمليات تنموية .

نمط جديد ظهر بعد الانفتاح تمثل فى شركات التقسيم التى دخلت هذا المجال لتحقق ارباحا فى مجال المضاربة فى الارض دون انتاج، كما مثلت قطعة الارض التى تبيعها هذه الشركات وسيلة ادخارية مضمونة للعمالة المهاجرة ، وأصبحت الملكية الفردية هى النمط السائد على اطراف المدينة كما هو سائد فى وسطها بالنسبة لشركات الاستثمار .

شركات البناء والتشييد : بعد الانفتاح الاقتصادى فقدت شركات البناء والتشييد اكثر من ٥٠٪ القوى العاملة المدربة الماهرة نتيجة هجرتها الى الدول العربية مما ادى الى ارتفاع أجورها ارتفاعا كبيرا وفى نفس الوقت ظهرت شركات الاستثمار فى مجال التشييد والبناء حوالى ٢٠٠ شركة قطاع خاص يقابلها حوالى ٢٠ قطاع عام) ، وترتب على نقص العمالة الماهرة وارتفاع اجورها الى اتجاه هذه الشركات (عام وخاص) الى الميكنه الجزئية ، كما تعاونت مع الشركات الاجنبية فى صورة Joint Venture وجاءت الشركات الأخيرة بمعداتها وبعضها جاء بعمالها أيضا .

وترتب على هذا كله أن استغنت شركات الاستثمار عن مقاولى الباطن ، كما اصبح المقاول الصغير والمتوسط لا يستطيع ان يدخل سوق الاسكان لان رأسماله صغير لا يسمح له بالحصول على القروض الائتمانية ، الا أن مثل هذا المقاول كان قادرا على ان يباشر نشاطه فى مجال الاسكان العشوائى الذى يبنى حول القاهرة من الخارج — فنشطت وانتعشت الاطراف وزاد الطلب على الاسكان فى هذه المناطق وتحول هؤلاء المقاولون الى مستثمرين عقارين .

سعر الارض

ادت هجرة العمالة الماهرة الى الدول العربية الى ارتفاع الاجور ، كما ادت عمليات المضاربة فى أرض الحضر الى ارتفاع سعرها ، وارتفعت ايضا اسعار مواد البناء ، أى زادت اسعار عناصر تكلفة المسكن : الارض — ومواد البناء — والعمالة ، وبهذا ارتفعت تكلفة الوحدة السكنية .

فى الخمسينات كان سعر المتر المربع من المبانى ٧ ، ٨ جنيه وفى الستينات ارتفع الى ١١، ١٢ جنيه للمتر المربع .

وفى السبعينات بعد الانفتاح ارتفع السعر بمعدلات سريعة وفى فترات وجيزة حتى وصل الآن الى ١٥٠ ، ٢٥٠ جنيه للمتر المربع بل واكثر من هذا — أى حوالى ٢٠ عشرون مرة عما كان عليه السعر فى الستينيات .

بالنسبة لسعر الارض فى الخمسينات كان سعر المتر المربع فى مدينة المهندسين ٣ ثلاثة جنيهات وسعر المتر المربع من المبانى ٨ جنيه.

وفى الستينات كان سعر المتر المربع من الارض فى مدينة نصر ٤ جنيه اربعة جنيهات وسعر المتر المربع من المبانى ١١ جنيه .

وبمعنى آخر كان سعر الارض قبل الانفتاح الاقتصادى يمثل بين ٥ — ٨٪ من قيمة المبنى السكنى المقام فوقها .

اما الآن فقد تغير الحال ووصل سعر الارض الى ٣٠، ٤٠٪ من قيمة المبنى بل وصل فى بعض الاحيان الى ١٠٠٪ أى ان سعر الارض يساوى قيمة المبنى المقام فوقها ، فكما ذكر سابقا يصل سعر المتر المربع من المبانى ١٥٠ جنيه بينما سعر المتر المربع من الارض يصل الى ٢٠٠ ، ٣٠٠ ، ٥٠٠ ، ١٠٠٠ ، ٢٠٠٠ جنيه — الفين جنيه للمتر المربع فى بعض أحياء مدينة القاهرة .

وبهذا اصبح للارض قيمة — سلعة تباع وتشترى من أجل الربح — واتجهت المضاربات والاستثمارات الى الارض لأنها تحقق عائد سريع ومضمون ، وبهذا تحولت ارض الحضر الى وعاء ادخارى يمتص مدخرات العمالة المصرية فى الخارج ، وزاد الطلب على الارض الزراعية لارتفاع أسعار الارض فى وسط المدينة وقدرة كبار المستثمرين فقط على شرائها .

القيمة فى الارض الزراعية فى انتاجها — أما القيمة فى ارض الحضر فهى فى المبنى المقام فوقها ، الارض زراعية او صناعية او منجم اذا كانت تغل عائدا اقتصاديا او من المحتمل ان تغل فهى أرض للبيع أى لها قيمة ، وهذه القيمة تزيد تبعا لتزايد العائد او زيادة النشاط الاقتصادى ، ولذا عندما تنمو وتكبر المدينة ترتفع اسعار الاراضى بها ، فمدينة الاوقاف (المهندسين) على سبيل المثال ارتفع سعر الارض بها عندما تحولت من ارض زراعية الى

ارض عقارية مقام عليها فيلات (حى سكنى) ولما تحولت من حى سكنى الى حى شقق مفروشة ارتفع سعر الارض ثم لما تحولت الى مكاتب ادارية ارتفع السعر اكثر

المخالفات : سبب آخر لارتفاع سعر الارض هو عدم احترام القانون ومخالفته ، مدينة نصر مخططه وبيعت بالكامل على اساس الا تزيد نسبة اشغال المبنى عن ٤٠٪ من مساحة قطعة الارض والا يتجاوز الارتفاع عن ١٥ متر ، الآن لا يحترم الملاك هذه الاشتراطات ويبنون على كامل قطعة الارض وبارتفاع يصل الى ٣٠ متر ، وترتب على ذلك ان ارتفعت اسعار الاراضى الى ٢٠٠ ، ٣٠٠ جنيه للمتر المربع وهذا فى بقية الاحياء لو نفذ القانون ونفذت الاشتراطات لنزلت الاسعار فى يوم وليلة .

الارض الزراعية حول المدينة خالف اصحابها قوانين حماية الاراضى الزراعية وحولوها الى ارض عقارية ، وقسمت تقسيمات مخالفة لقانون تقسيم الاراضى ، وبنيت عليها مبانى مخالفة لقانون تنظيم المبانى ، وكانت النتيجة ارتفاع سعر الارض ، لو طبقت هذه القوانين بجدية لما ارتفع سعر الارض .

وياليت الامر وقف عند هذا الحد بل وصل الامر ان اصدرت الحكومة القانون رقم ٣٠ لسنة ١٩٨٣ الذى ينص على انه لا يجوز ازالة المبنى المشغول بالسكان .

القانون الانجليزى :

يوجد فى انجلترا قانون فريد فى نوعه يساعد على تخفيض قيمة الارض ويحرم هذا القانون بيع أرض الحضر ويجيز فقط التأجير وحق الانتفاع لمدة تصل الى ١٢٥ سنة، ويورث حق الانتفاع ، ثم تؤول الارض بعد هذه الفترة الى الحكومة مرة ثانية لازالة ما عليها من مبانى ثم اعادة تخطيطها وتأجيرها لاجل مسمى ١٢٥ عاما وتعاد الدورة .

وبهذا تمنع الحكومة المضاربة فى اسعار الاراضى وتخفف العبء عن المستأجر ، وتمثل الارض فى هذه الحالة ٢ أو ٣ أو ٤٪ من قيمة المبنى المقام فوقها وبذلك تقل التكلفة وتنخفض القيمة الايجارية للوحدة السكنية ، وبذلك تساهم فكرة الاخذ باسلوب حق الانتفاع فى حل مشكلة الاسكان .

وتنادى بعض الاراء فى مصر بضرورة الاخذ بهذا الاسلوب بالنسبة لارض الحكومة .

الخلاصة :

من المناقشة بعاليه يتضح انه يجب وضع سياسه عامه للارض المخصصه للبناء وخصوصا المملوكة للدولة من خلال خطة قومية تشترك فيها أجهزة الدولة المعينة ولا سيما التى فى حوزتها ارض كوزارة الاوقاف واستصلاح الأراضى ، تأخذ هذه السياسة فى اعتبارها الآتى :

١ — عدم السماح بالتعامل والتصرف فى أرض غير مجهزة بالمرافق .

٢ — عدم التعامل مع اى أرض الا فى اطار مخطط عام عمرانى طبقا لقانون التخطيط العمرانى .

٣ — عدم بيع ارض الحكومة ومنحها كحق انتفاع فى حالة البناء عليها لمدى زمنى طويل يعادل العمر الافتراضى للمبنى .

٤— وضع التشريعات المناسبة الاقتصادية والادارية التى تكفل عدم المضاربة فى اسعار الارض .

٥ — ضرورة استكمال المخططات العامة للمدن القائمة للتعرف على اتجاهات الامتداد العمرانى للكتلة المبنية بعيدا عن الارض الزراعية وبهدف المساعدة فى حصر الارض الفضاء داخل كردونات المدن وامكانية تعميرها — وكذا التعرف على الطاقة القصوى لاستيعاب المدن القائمة .

٦ — ان يكون التخطيط للاسكان الجديد فى الأجل القصير فى شكل احياء جديدة حول المدن القائمة — اذا لم يكن هذا التخطيط على حساب الارض الزراعية — ذلك ان تنمية هذه الاحياء يمكن ان يتم بسهولة وبسرعة كافية نظرا لقرب هذه الاحياء من المدن القائمة .

٧ ـ ان يـكون التخطيط للاجل الطويل تخطيط مجتمعات جديدة تتوفر فيها مقومات الحياه (مقومات جذب) تكون بمحازاة وادى النيل وعلى بعد كيلو او اثنين او ثلاثه كيلومترات من العمران ، وبذلك يمكن التغلب على كثير من مشكلات المدن الجديدة .

٨ ـ وضع خطة طويلة المدى لنقل الجبانات الواقعة داخل القاهرة خارج الكتلة السكنية .

٩ ـ مواقع الثكنات العسكرية يجب ان يتم اعادة تخطيطها وتحديد استعمالات ارضها فى اطار المخطط العمرانى للقاهرة الكبرى .

١٠ ـ الاستفادة المثلى من بعض المواقع داخل القهارة حسب المخطط العمرانى ـ حيث توجد مســاحات كبيرة غير مستغلة استغلال اقتصادى عمرانى مناسب .

١١ ـ اتخـاذ بعض القـرارات العـاجلة مثل وقف التمركز الصناعى ووضع خطة لنقل الصنـاعات والورش والانشـطة التجـارية والمخازن الكبرى التى لا لزوم لوجودها داخل القاهرة الى الضواحى او المدن التابعة او على المحاور الخارجية كمحور القاهرة ـ السويس فى شكل مجمعات صنـاعية ، وكذا نقل مقار بعض الاجهزة الادارية والخـدمات العـامة الكبرى الى اقاليم الدولة الأخرى .

١٢ ـ الجدية فى تنفيذ التشريعات المنظمة للعمـران ولا سيمـا قوانين تقسيـم الارأضى وتنظيم المبانى وحماية الارض الزراعية ووقف كل مظاهر وصور الاعتداءات الجارية على هذه القوانين ، مع تدعيم الاجهزة القائمة على تنفيذ هذه التشريعات عن طريق الدورات التدريبية لرفع كفاءة العاملين بها .

١٣ ـ يجب اصدار شهادة بمطابقة المبنى الذى يتم بناءه للقانون والترخيص وذلك لمنع المالك من عرض المبنى الذى يقيمه للاستغلال واشغاله بالاسكان قبل الحصـول على هـذه الشهادة ، فاذا تبين مخالفة المبنى امكن ازالة المخالفة لأنه يكون فى هذه الحالة غير مشغول بعد ان يتم البناء يتقدم المالك باخطار المختصة بالتنظيم ، فتقوم هذه الجهة بمراجعة الاعمال التى تمت على الترخيص .

والحمد لله رب العالمين

* الأدوار التى مر بها تعليم الهندسة فى مصر

محمد الهامى الكروانى

متى بدأ تعليم الهندسة فى مصر ؟

ليس من السهل على الباحث أن يجد جوابا صريحا محدودا على هذا السؤال ذلك لأن محمد على لما واجهته عند مسح الأراضى وحفر الترع واقامة الجسور وغير ذلك من الأعمال الهندسية – لما واجهته مشكلة فقر البلاد من المهندسين أخذ يكثر من انشاء « مدارس للهندسة » كلما وجد فرصة مناسبة فاذا ما سمع بعالم فى الهندسة أو الرياضيات أمر بأن يلحق به بعض التلامذه ليتلقوا العلم على يديه وعين لهم مكانا (مدرسة) ليدرسوا فيه واذا عاد أحد أعضاء البعثات المتخصصين فى فرع من الفروع الهندسية أو الرياضة عهد اليه أن يدرس لبضعة من التلاميذ ما تعلمه فى أوربا ولكن أمثال هذه « المدارس » لم تكن مستقرة كما أن الدراسة بها لم تكن منتظمة ولا تعمر أكثر من سنة أو سنتين لا يلبث أن ينفرط بعدها عقدها وذلك بعد الوصول الى الغرض المحدود الذى انشئت من أجله كله أو بعضه .

ويروى الأستاذ عبد الرحمن بك الرافعى قصة الجبرتى المشهورة عن السبب فى انشاء أول مدرسة للهندسة كما يلى (١) :

« ويبدو لنا أن أول ما فكر فيه محمد على من بين المدارس العالية مدرسة الهندسة وهذا يدلك على الجانب العملى من تفكيره فانه رأى البلاد فى حاجة الى مهندسين لتعهد أعمال العمران فبدأ بتعليم الهندسة .

« وظاهر مما ذكره الجبرتى فى حوادث ١٢٣١ هـ (١٨١٦ م) أن أول مدرسة للهندسة بمصر يرجع عهد تأسيسها الى تلك السنة وذلك أن أحد (أبناء البلد) على حد تعبير الجبرتى واسمه حسين شلبى عجوة اخترع آلة لضرب الأرز وتبييضه وقدم نموذجها الى محمد على فأعجب بها وانعم على مخترعها بمكافأة وأمره بتركيب مثل هذه الآلة فى دمياط وأخرى فى رشيد فكان هذا الاختراع باعثا لتوجيه فكره الى انشاء مدرسة للهندسة فأنشأها فى القلعة .

« قال الجبرتى : ان الباشا لما رأى هذه (النكته) من حسين شلبى هذا قال ان فى أولاد مصر نجابة وقابلية للمعارف فأمر ببناء مكتب (مدرسة) بحوش السراية (بالقلعة) ورتب فيه جملة من أولاد البلد ومماليك الباشا وجعل معلمهم حسن افندى المعروف بالدرويش الموصلى يقرر لهم قواعد الحساب والهندسة وعلم المقادير والقياسات والارتفاعات واستخراج المجهولات مع مشاركة شخص رومى (تركى) يقال له روح الدين أفندى (٢) بل واشخاصا من الافرنج وأحضر لهم آلات هندسية متنوعة من اشغال الانجليز يأخذون بها الأبعاد والارتفاعات والمساحة ورتب لهم شهريات وكساوى فى السنة واستمروا على الاجتماع بهذا المكتب وسموه « مهندسخانة » فى كل يوم من الصباح الى بعد الظهيرة ثم ينزلون الى بيوتهم ويخرجون فى بعض الأيام الى الخلاء لتعلم مساحات الأراضى وقياساتها بالأقصاب وهو الغرض المقصود للباشا . »

ويرى المرحوم أمين باشا سامى أيضا « أن هذه هى أول مدرسة انشئت وسميت بالمهندسخانة » (٣) .

وقد بلغ عدد التلاميذ حينذاك حوالى ٨٠ تلميذا وممن تربى بهذه المدرسة المرحوم ثاقب باشا الذى اشترك فى انشاء ترعة

---

* محاضرة القيت بجمعية المهندسين الملكية المصرية فى ٢٠ فبراير ١٩٤١ .

(١) كتاب « تاريخ الحركة القومية » الجزء الثالث ص ٤٤١ .

(٢) ذكر الجبرتى ان روح الدين أفندى استمر يساعد حسن أفندى الدرويش نحوا من تسعة أشهر فلما توفى الاخير سنة ١٢٣١ هـ انفرد روح الدين أفندى برياسة المكتب .

(٣) تقويم النيل الجزء الثانى ص ٥٨٢ .

المحمودية وحفر فم البحر اليوسفى وعين فيما بعد مفتشا لعموم رى الوجه البحرى ومصطفى بهجت باشا المعروف بمصطفى محرمجى والذى عين بعد عودته من البعثة ناظرا لمدرسة القصر العينى ثم ناظرا لمدرسة الطوبجية ثم ناظرا لديوان المدارس (وزير المعارف) . وقد اشترك مع موجيل بك فى بناء القناطر الخيرية وباشر انشاء السكة الحديد من بنها الى كفر الزيات سنة ١٨٥٧ ثم عين مفتشا لهندسة الوجه القبلى — ومحمد مظهر باشا الذى عين بعد عودته ناظرا لمدرسة الطوبجية بطره وهو الذى بنى فنار الاسكندرية الكبير واشترك مع موجيل بك فى الاشراف على انشاء قناطر فرع رشيد من القناطر الخيرية .

وفى ٨ من ذى الحجة سنة ١٢٣٥ (١٦ سبتمبر سنة ١٨٢٠) صدر أمر محمد على بتعيين الخواجه قسطى M.Coste مدرسا بمدرسة تسمى المهندسخانة ينتخب لها خمسة أو ستة من التلامذة المستعدين فى الرياضة والرسم من مدرسة القلعة التى أشرت اليها فى المقدمة « ليقوم بتدريس تلك المواد لهم رغبة فى تحصيل هذه الفنون الجميلة » وكان مكان هذه المدرسة بالقلعة أيضا وهى فى رأى المرحوم امين باشا سامى ثانى مدرسة أنشئت بمصر وسميت بالمهندسخانة ولكن عبد الرحمن الرافعى بك يظن أنها نفس المدرسة الأولى والمدرسة التى يشير اليها الأمر الصادر الى كتخدا بك فى ٤ من ذى الحجة من هذه السنة بتعيين أحد القسس لاعطاء دروس فى اللغة الطليانية والهندسة لبعض التلاميذ الذين كانوا بالقلعة وأن يخصص له محل للتدريس فى القلعة .

وفى جمادى الآخرة سنة ١٢٤٢ تخرج اثنا عشر طالبا (ومن ضمنهم المرحوم محمد بك عبد الرحمن الذى عين فى أوائل عصر اسماعيل باشا مفتشا لرى الوجه القبلى) كانوا يدرسون بمدرسة القصر العينى (١) وتعينوا للقيام بالأعمال الهندسية فى الاقاليم القبلية مع الشيخ عبد الفتاح الباشمهندس تحت ادارة يوسف افندى بيرونى (٢) وكان استكمال معلوماتهم الهندسية بالتمرين فى الخارج تحت اشراف كل من الشيخ عبد الفتاح والخواجه بيرونى كمدرسة خاصة هى ثالث مدرسة من مدارس المهندسين .

وفى ٢٤ ربيع الثانى سنة ١٢٤٧ أصدر محمد على أمرا بانتخاب عشرة تلاميذ من تلاميذ القصر العينى ليتعلموا الرى على يدى مهندس رى استدعاه من انجلترا وأمر « بتخصيص محل مخصوص لسكنى المهندس فى جهة منه والتدريس لهؤلاء التلاميذ فى الجهة الأخرى وهذه هى رابع مدرسة للهندسة فى مصر (٣)

وعندما اتجه تفكير محمد على الى انشاء القناطر الخيرية أصدر أمره فى ١٧ شوال سنة ١٢٤٩ بارسال تلامذة المهندسخانة مع أساتذتهم الى المكان « المزمع اقامة القناطر عليه ومدهم بالخيام لرؤية أعمال البناء وتطبيق العلم على العمل » ولما اتم محمد بيومى افندى دراسة علوم الهندسة بفرنسا « ونبغ فيها نبوغا لا مثيل لها » عين بعد حضوره الى مصر فى ١٤ ذى الحجه سنة ١٢٥٠ مدرسا بمدرسة المهندسخانة بالقناطر مع قيامه بمعاونة باشمهندس القناطر

وفى ١٥ المحرم سنة ١٢٥٠ (٢٤ مايو سنة ١٨٣٤) انشئت مدرسة المهندسخانة ببولاق وهى خامس مدرسة للهندسة بمصر وسأتكلم عنها بالتفصيل فيما بعد .

وفى رجب سنة ١٢٥١ اصدر محمد على أمرا الى وكيل الجهادية بانه « صار منظوره المضبطة الصادرة فى جمادى الآخر المتوقف بها أمر اعطاء العشرين شابا من المجاورين بالجامع الأزهر المتمس اعطاءهم اليه لينان أفندى (٤) لتعليهم العلوم الرياضية فى قليل من الزمن على صدور أمره . وحيث انه يوجد تلامذة مستعدون بمكتب الاسكندرية يشير بصرف النظر عن اعطاء المجاورين والاعطاء من المكتب المذكور لتعلم هذا الفن فى قليل من الزمن حسب تعهد لينان افندى المحكى عنه بالعريضة المقدمة منه » (٥) وهذه هى سادس مدرسة للمهندسين

(١) وهى المدرسة التجهيزية التى انشئت سنة ١٨٢٥ وعدد طلبتها نحو ٥٠٠ تلميذا يعدون لدخول المدارس الحربية والمدرسة البحرية ثم المدارس العالية الاخرى وقد نقلت الى أبى زعبل بعد أن خصص القصر العينى لمدرسة الطب .

(٢) كان موكولا اليه حفر فم البحر اليوسفى .

(٣) وقد الحق بها بعض مجارى الازهر وصدر أمر بتخصيص ماهية شهرية قدرها ٤٠ قرشا لكل منهم وذلك « بالنسبة لمعلوماتهم ومهارتهم فمثل هؤلاء لا يقاس بغيرهم من التلامذة المخصص لهم ١٥ قرشا شهريا » .

(٤) هو لينان باشا دى بلفون المهندس الفرنسى الكبير .

(٥) تقويم النيل — الجزء الثانى ص ٥٨٣ .

هذه هى مدارس الهندسة التى انشئت خلال هذه الفترة من الزمن على حسب ما جاء فى المصادر التى رجعت اليها وسواء أكانت هى المدارس الوحيدة أو أن هناك مدارس غيرها اغفل ذكرها لأى سبب من الأسباب فقد أجمعت هذه المصادر على صحة ما ذكره الجبرتى ومنه يؤخذ قطعا أن أول مدرسة للهندسة هى تلك التى انشئت منذ ١٢٥ سنة بحوش السراية بالقلعة (١) . على ان الدراسة فى الواقع لم تنتظم فى أية واحدة من هذه المدارس الى أن انشئت مدرسة المهندسخانة ببولاق وهى المدرسة الخامسة فأن هذه المدرسة هى أعلى مدارس الهندسة شأنا وأبقاها أثرا اذ استمرت قائمة الى أغسطس سنة ١٨٥٤ أى ما يزيد عن العشرين عاما نظمت فى خلالها المدرسة على نسق مثال مدرسة الهندسة بباريس ووضعت لها خطط ومناهج للدراسة كما سنفصله فيما بعد فهى اذن أول مدرسة منظمة مما يجعل يوم افتتاحها ٢٤ مايو سنة ١٨٣٤ يوما مشهودا فى تاريخ تعليم الهندسة فى مصر .

استمرت مدرسة بولاق قائمة كما قلت من مايو سنة ١٨٣٤ الى أن أغلقت فى أغسطس سنة ١٨٥٤ بعد أن ولى المرحوم محمد سعيد باشا أمر مصر بشهر واحد ثم أعيد انشاؤها من جديد فى عهد سعيد باشا أيضا فى ديسمبر سنة ١٨٥٨ بالقلعة السعيدية واستمرت قائمة حتى أغسطس سنة ١٨٦١ حيث أغلقت وسميت ابتداء من سنة ١٨٦٢ بالمدرسة الحربية .

ومضت بعد ذلك فترة لم تكن فيها مدرسة معروفة لتعليم الهندسة بمصر حتى استؤنفت الدراسة فى عهد المرحوم اسماعيل باشا فى يونيو سنة ١٨٦٦ بأنشاء مدرسة للمهندسخانة كان مقرها فى أول الأمر سراى الزعفران بالعباسية ثم انتقلت فى يناير سنة ١٨٦٨ الى درب الجماميز بسراى المرحوم مصطفى فاضل باشا فى الجزء الذى كانت فيه « نظارة المعارف » ولما نقلت الكتبخانة الخديوية الى محل النظارة أقامت « النظارة » بالمبنى الذى تشغله المهندسخانة وانتقلت هى الى الجيزة وقد جاء فى النبذة التاريخية التى كتبت بمناسبة تشريف المغفور له الملك فؤاد دار المدرسة فى ديسمبر سنة ١٩٣٢ أن المدرسة نقلت مؤقتا فى أول الأمر فى أكتوبر سنة ١٩٠٢ الى دار مدرسة الزراعة القديمة بالجيزة وأعقب ذلك انشاء الوحدات الرئيسية من المبانى الحالية للكلية وبعد اتمامها انتقلت اليها فى سنة ١٩٠٥ .

يستخلص مما تقدم أننا سلمنا مدرسة المهندسخانة ببولاق هى أول مدرسة منظمة لتعليم الهندسة فى مصر فأنه يمكن تلخيص الأدوار التى مر بها هذا التعليم من ثلاث مراحل مستقلة :

المرحلة الأولى : مدرسة بولاق .

المرحلة الثانية : مدرسة القلعة السعيدية .

المرحلة الثالثة : مدرسة الزعفران ثم درب الجماميز ثم الجيزة .

ونتكلم الآن فى الفصول الآتية عن كل واحدة من هذه المدارس فى شىء من التفصيل .

مدرسة بولاق

افتتاح الدراسة بالمدرسة وتنظيمها

افتتحت الدراسة بمدرسة الهندسة ببولاق فى ١٥ المحرم سنة ١٢٥٠ هـ (١٨٣٤) فى قصر اسماعيل بن محمد على الذى مات فى حرب السودان وفى شوال سنة ١٢٥١ ضمت لها مدرسة المهندسين بالقناطر الخيرية وكان بها ثلاثون تلميذا ومدرسة المعدنين بمصر القديمة (٢) .

وقد نظمت المدرسة فى سنة ١٨٣٦ على مثال مدرسة الهندسة بباريس والغرض منها تخريج ضباط للخدمة فى المدفعية برا وبحرا ومهندسين للأشغال العامة وأعمال المناجم وموظفين لمصانع البارود وتكرير الملح ومدرسين للرياضات والطبيعة . ومدة الدراسة بها ثلاث سنوات ومواد الدراسة هى : الهندسة العالية والجبر العالى وحساب المثلثات المستقيمة والكروية والهندسة الوصفية والاحصاء والهندسة التحليلية وعلم التفاضل والتكامل والجيوديزيا والآلات والطبيعة والكمياء والفلك والتعدين والبناء والجيولوجيا وتركيب الآلات ورسم الخطط والرسم الخطى والطبوغرافى . وينظم مجلس المدرسة الدروس من عام لآخر على أن يوافق عليها شورى المدارس

ولكن الطلبة لم يكونوا جميعا يدرسون هذه المواد بل نظمت المدرسة على أن تنتظم أقساما ثلاثة : قسما لأعمال الطرق والكبارى وآخر للمعادن وأشغال المناجم وقسما ثالثا على مثال مدرسة السنترال بباريس والغرض منه تخريج

---

(١) وهى على الاطلاق أول مدرسة عالية انشئت فى عصر محمد على لان المدارس الاخرى انشئت بعد ذلك بالتدريج .

(٢) جاء فى كتاب « التعليم فى مصر » للمرحوم أمين سامى باشا عند الكلام على ميزانية التعليم فى سنة ١٢٥٥ هـ (١٨٣٩) ما يفهم منه أن مدرسة المعادن بمصر القديمة كانت فى هذا العام مستقلة عن مدرسة المهندسخانة .

مدرسين للرياضة بالمدارس الأخرى ومعيدين بالمهندسخانة » . (١)

ووزعت المواد السالفة الذكر على تلامذة كل قسم مما يؤهلهم للغرض الذى يدرسون من أجله مع اضافة اللغات العربية والتركية والفارسية .

ولما عقد امتحان لطلبة المدارس بعد ثلاث سنين وظهر أن نتيجته لم تكن باعثة على الرضا (٢) أعيد تنظيم الدراسة من جديد على ضوء تقرير المسيو « لوبير » رئيس الممتحنين فتقرر الاستغناء عن المدرسين الأجانب وحل محلهم مدرسون مصريون واستبعد المتأخرون وذوو العاهات فأصبح بالمدرسة ١٦٧ تلميذا يتعلم منهم عشرون فن « المعيار » والباقون العلوم المقرر تدريسها على أن يقسموا الى ثلاث فرق : الفرقة الاولى وعددها٣٦تلميذا يتعلمون العلوم المختلفة ليتخرجمنهم مدرسون ومعيدون وتتألف الفرقة الثانيةمن٢٠تلميذا لاستخدامهم بعد التخرج فى الورش والمصالح المختلفة بوظيفة مهندسين ميكانيكيين وتتألف الفرقة الثالثة من ٩١ تلميذا على أن يتخرج منهم كل عام ٢٠ مهندسا لاستخدامهم فى مصالح القناطر .

ومرة أخرى ظهر الضعف على مستوى الدراسة وتبين أن ذلك راجع الى ضعف مستوى التلامذة عند التحاقهم بالمدرسة فتقرر لذلك الا يسمح بالقبول فى المهندسخانة الا للتلامذة الممتازين الذين أتموا بتفوق دراستهم التجهيزية (٣) . ونظمت المدرسة مرة أخرى سنة ١٨٤١ على ضوء تقرير لجنة تنظيم المدارس ذلك التقرير الذى جاء برهانا على حسن نظام المدرسة وفائدتها للبلاد .

وهكذا أخذت المدرسة تستقر وتتقدم الى الأمام وقام المدرسون بها بترجمة المراجع الاجنبية كل فى المادة التى وكل اليه تدريسها ثم طبعت هذه التراجم بمطبعة الحجر (وكانت تابعة للمدرسة) وبذلك أمكن التغلب على صعوبة كانت تقف حجر عثرة فى سبيل تقدم المدرسة . وفى ذلك يقول على مبارك باشا عن ذكرياته أيام التلمذة بالمدرسة وقد بلغت خمس سنوات : « ولعدم وجود كتب مطبوعة فى هذه الفنون وغيرها اذ ذاك كان التلاميذ يكتبون الدروس عن المعلمين فى كراريس كل على قدر اجتهاده فى استيفاء ما يلقيه المعلمون (٤) . وكان المعلمون يومئذ يبذلون غاية مجهودهم فى التعليم فكان يندر أن يستوفى تلميذ فى كراسة جميع ما يلقى اليه خصوصا الاشكال والرسوم ولذلك كان الأمر اذا تقادم أو خرجت التلامذة من المدارس يعسر عليهم استحضار ما تعلموه فكان يضيع منهم كثير مما تعلموه . وفى آخر مدة المهندسخانة كانوا يطبعون بمطبعة الحجر بعض كتب فاستعانت بها التلامذة وحصل منها النفع ثم تكاثر طبع الكتب شيئا فشيئا الى الآن فصارت تطبع الفنون بأشكالها ورسومها فسهل بذلك تناولها واستحضار ما فيها » (٥)

وفى سنة ١٨٤٧ كانت المدرسة تنتظم خمس فرق وزعت بينها مواد الدراسة على النحو الآتى : (٦)

« الفرقة الأولى (النهائية) : ويدرس تلاميذها من علم الفلك لغاية الكواكب السيارة وعلم الجيوديزيا وعلم الخريطة الكبرى وعملها ودرسوا من علم المبانى المسائل الخاصة بالقناطر والبرابخ والجمالون وتحسين المبانى واتموا الجزء الثانى من اللغة الفرنسية ويتعلمون كلهم الرسم التخيلى .

الفرقة الثانية : أتم تلاميذها علم الطبوغرافيا وعلم الخريطة وعلم الادروليك وقطع الأحجار والكيمياء العمومية واتموا الجزء الثانى فى الأجرومية الفرنسية وتعلموا من فن العمارات وصف المواد الأساسية المستعملة فى المبانى وتحضيرها وتعلموا رسم الأحجار كاملا ودرسوا طريقتين فى رسم العمارات .

الفرقة الثالثة : أتم تلاميذها دراسة الظل والمناظر وقطع الأحجار ودرسوا من الميكانيكا العمومية لغاية التحركات النسبية وعلم التفاضل والتكامل وعلم الطبيعة لغاية الضوء ودرسوا

---

(١) أحمد عزت عبد الكريم : « تاريخ التعليم فى عصر محمد على » ص ٣٦٢ .

(٢) جاء فى تقرير الممتحنين أن الامتحان أظهر « حقيقة مرة » .

(٣) بذلت مع التلامذة الضعاف فى أول الامر بعض محاولات لتحسين حالتهم فكانوا يتمون دراستهم التجهيزية بالمهندسخانة قبل أن يبدأوا دراستهم العالية بها حتى أنه اعتبر قسم من المدرسة كأنه مدرسة تجهيزية وفى سنة ١٨٤٩ ضمت اليها مدرستا التجهيزية والمبتديان بالقاهرة ووضعت لها لائحة جديدة .

(٤) وهذه هى طريقة المحاضرات المتبعة فى التعليم الجامعى والعالى .

(٥) الخطط التوفيقية المجلد الثالث الجزء التاسع ص ٤١ .

(٦) تاريخ التعليم فى عصر محمد على ص ٣٦٩ .

من فن العمارات تنظيم الورش والأسواق ودرسوا الجزء الأول من الأجرومية الفرنسية وكلهم تعلموا رسم العمارات والأحجار والظل والنظر .

الفرقة الرابعة : درس تلاميذها علم التفاضل والتكامل ولغاية التحركات النسبية من الميكانيكا العمومية ولغاية آخر الجبر الأعلى من علم الجبر والجزء الثانى من الهندسة الوصفية ولغاية آخر الضوء من الطبيعة وجزءا من علم العمارات ورسم الهندسة الوصفية وبضع عمارات وقرأوا بضع محاورات فى اللغة الفرنسية » .

الفرقة الخامسة : أتم تلاميذها دراسة الحساب ودرسوا المقالات الأربع الأخيرة من هندسة لجاندر ودرسوا من ابتداء علم الجبر لغاية الحد غير المحدود ودرسوا رسم النقش والخطوط وحفظوا مطالعة اللغة الفرنسية وبعض الكلمات الاصلاحية (١) » .

ميزانية المدرسة ونظارها

بلغت ميزانية المدرسة سنة ١٢٥٥ هـ (١٨٣٩) (٢) ٢٥٧٥ جنيها و ٢٠٠ مليما وكان بها أربعة عشر مدرسا وواحد وأربعون خادما و ٢١١ تلميذا وقد بلغت جملة المصروف على المدارس التابعة لديوان المدارس فى هذا العام ٤٦٧٤٨ جنيها و ٢٨٠ مليما . وفى آخر هذا العام صدر الأمر بانشاء الرصدخانة بالقرب من بولاق وبالجهة التى أنشىء فيها المرصد الفلكى مدة الاحتلال الفرنسى والحق بالمهندسخانة .

وقد بلغت ميزانية المدرسة فى سنة ١٢٦٥ هـ (١٨٤٩) بدون الرصدخانة فى السنة التالية لعهد عباس باشا الأول (٢) ٣٠٨٥ جنيها و ٥٦٠ مليما وبلغ المصروف على المدارس كلها فى هذا العام ٥١٦٢٣ جنيها و ١٦٠ مليما

ومن طريف ما يروى فى هذه المناسبة أن عباس باشا الاول وقد عرف بنزعته العسكرية البحته وميله الى التوفير من ميزانية التعليم الى اقصى حد للصرف منها على الجيش قد هاله ما وصلت اليه هذه الميزانية من الجسامة (٣) فاصدر فى ٢٣ المحرم سنة ١٢٦٦ (١٨٤٩) بعد حوالى سنة واحدة من توليه الادارة التالية لمدير المدارس وفيها تلميح الى رغبته فى التوفير من ميزانية التعليم بطريقة غير مباشرة وها هى بنصها أقرأها على حضراتكم لطرافتها (٤) :

« عند وصولى هذه المرة الى مديرية المنيا امتحنت المهندسين المتخرجين والمتدربين فى ديوان المدارس الذى اسس لنفع الوطن ولتربية أولاد الأمة المصرية فظهر أنهم مجردون من العلم والعمل اللازم لهم ولخدمتهم وبمطالعة الجرنال المرسل طرفكم ستعلمون أنهم صفر اليدين من كل علم وعمل وفضلا عن ذلك رايتهم غير واقفين حتى على عملية ضرب الحساب فتعجبت جدا وسألتهم كيف لا يقومون بهذه العملية التى هى قوام مهنتهم وهم مهندسون فاجابوا بأنهم يجرون هذه العملية بواسطة المعلمين الاقباط الموجودين معهم فبينما نحن منتظرون منهم الفائدة اذا هم يتسببون فى خراب الأقاليم ان هذا لشىء يحرق القلب بناء عليه يحق لى أن **الغى ديوان المدارس** الذى اتخذناه أساسا للتعليم واطرد الاساتذة والمهندسين المومى اليهم والبالغ عددهم خمسة عشر شخصا حيث أنهم لا يعرفون شيئا خلاف تخريب الاقاليم وقد طردتهم من الخدمة ابديا وكتبت لمدير الاقاليم الوسطى أن ينزع نياشينهم ويرسلها الى الديوان ويجب الا يستخدموا بعد ذلك فى الحكومة بمعرفة ديوان المدارس واذا استخدمهم أحد على غير ارادتى فسأنزع نياشينه واطرده حالا وحيث أنه يكفى لكل من

(١) الراجح أن هذه الفرقة الاخيرة كانت معتبرة سنة اعدادية الغرض منها تكملة النقص فى برنامج الدراسة التجهيزية.

(٢) كان مصطفى مختار بك هو أول مدير لديوان المدارس الذى شكل عام ١٨٣٧ وفى تلك السنة ١٨٣٩ عين أدهم باشا مديرا للديوان .

(٣) جاء فى كتاب « التعليم فى مصر » ص ١٤ أن مدير المدارس فى تلك السنة هو عبدى باشا شكرى ثم جاء بعد ذلك فى ص ١١١ ما يفهم منه أنه كان أدهم باشا .

(٤) فى ميزانية سنة ١٨٣٩ لا يدخل تحت الرقم الاجمالى ما كان يتفق على تلامذة البعثات ولا تلامذة المدارس الحربية ومدرسة المعادن بمصر القديمة ومدرسة البحرية .

(٥) تقويم النيل م ١ ج ٣ ص ٢٨ .

مراكز بنى سويف والفشن والفيوم وبنى مزار والمنيا مهندس ماهر مقتدر فليزم أن تعنوا بانتخاب خمسة مهندسين واقفين على العلوم والأعمال الهندسية والحساب وارسالهم الى المديريات المذكورة واعلموا انى بعد عودتى من وجه قبلى سأمتحنهم واجربهم فاذا تبين انهم مثل المهندسين المطرودين فسأضطر لطردهم ايضا **والغاء ديوان المدارس كلية** وللمعلومية تحرر لكم هذا لاتباعه »

وهذا هو على ما يظهر بيت القصيد من هذه الارادة ! يعنى يجوز أن المهندسين المساكين « اتلخموا » أمام افندينا فاتخذ من هذه (اللخمة) سببا للتهديد « بالغاء ديوان المدارس كلية » او مهما يكن من امره فالمعروف أن « المهندسين » السالفى الذكر ليسوا من خريجى المهندسخانة فقد جاء بعد ذلك ما يلى (١) :

وفى غضون هذه السنة (١٢٦٦ هـ) أمر الوالى عباس باشا بامتحان مهندسى الأرياف ومعلمى المدارس لأن الكثير منهم ليسوا على شيء وجعل كلا من اليوزباشية على مبارك افندى وعلى ابراهيم افندى وحماد افندى من ارباب الامتحان وشرط عليهم الا يتكلموا الا بالصدق ولو على انفسهم واذا علم أن أحدا منهم كذب فى شيء فجزاؤه سلب نعمته والباسه لبدة الفلاحين وسلكه فى سلكهم ثم حلفهم على ذلك واحدا واحدا وانعم على كل واحد منهم برتبة الصاغقول اغاسى واعطاهم نشانات الرتبة وصار امتحان المهندسين وتعويض كثير بآخرين من أرباب المعارف الذين تربوا فى المهندسخانة »
من أرباب المعارف الذين تربوا فى المهندسخانة »

يعنى أن « المهندسين » الآخرين كانو مهندسين شيطانى !

وفى هذا العام نفسه توصل عباس باشا بمساعدة على باشا مبارك الى تخفيض ميزانية التعليم تخفيضا كبيرا جدا بحيث أصبحت حوالى ٥٪ مما كانت عليه فى عصر محمد على ويروى على باشا مبارك قصة الوصول الى هذا التخفيض وكيف كوفىء على مجهوده بتعيينه ناظرا للمهندسخانة وقد قاومت هذه الزوبعة التى عصفت بكثير من غيرها من المدارس كما يلى (٢) :

« وفى أواخر سنة ١٢٦٦ هـ كان قد عرض من لامبير بك ناظر المهندسخانة لسمو عباس باشا الأول الخديوى ترتيب للمدارس الملكية والرصدخانة يبلغ منصرفه نحو عشرين الف كيس (١٠٠٠٠٠ جنيه) فاستعظمه واحال علينا (يريد على باشا مبارك نفسه وأقرانه على ابراهيم باشا وحماد بك) اليوزباشية حينذاك حال عودتنا من فرنسا النظر فيه بشرط الا نفشيه فتداولنا فى ذلك بيننا ولما لم تتفق آراؤنا وخفت فوات الوقت قبل اتمام العمل شرعت وحدى فى عمله وبدون انتظار لرأى أحد فعملت لجميع المدارس ترتيبا بلغ مصروفه الف كيس (٥٠٠٠ جنيه) وجعلت اساس ذلك احتياجات القطر لا غير فان جميع المدارس الملكية تكون فى محل واحد وتحت ادارة ناظر واحد وأسقطت الرصدخانة بالمرة من الترتيب لعدم وجود من يقوم بها حق القيام اذ ذاك من أبناء الوطن مع احتياجها لكثرة المصروف وابديت فى الترتيب أنه يلزم أن توجه لذلك محمود أحمد وكان حينئذ مدرسا بالمهندسخانة لبعض مواد العلوم والفلك برتبة صاغقول اغاسى واسماعيل مصطفى وحسين ابراهيم من متممى مدرسة المهندسخانة (٣) واعتمد هذا الترتيب بعد اقراره بمجلس مركب من رؤساء الدواوين مع اقراره باستحقاقى أنا اليوزباشى على مبارك لرتبة الأميرالاى ولنشانها وتعيينى من ذلك الوقت ناظرا لمدرسة المهندسخانة وانصرف عنها لامبير بك بعد أن تولى نظارتها ١٠ سنوات واربعة اشهر وسافر الصاغ محمود الفلكى وأقرانه الى فرنسا تنفيذا لهذا الترتيب وترتب على تنفيذ الترتيب الجديد الاكتفاء بمدرسة المفروزة واستمر الحال فى الغاء المدارس ... الخ » .

والنظار الذين تولوا أمر المدرسة فى هذه المرحلة هم بالترتيب (٤) :

---

(١) تقويم النيل م ١ ج ٣ ص ٣٤ .

(٢) الخطط التوفيقية » الجزء التاسع ص ٤٤ .

(٣) وهم محمود حمدى الفلكى باشا واسماعيل مصطفى الفلكى باشا وحسين ابراهيم الفلكى بك فيما بعد .

(٤) كان للمدرسة فى سنة ١٨٣٦ (ناظر) للشؤون الادارية والكتابية يدعى « يوسف كاشف » وكان قبل ذلك ناظر مدرسة المعادن (كتاب التعليم فى عصر محمد على ص ٣٧٥) . وقد ذكر الدكتور كلوت بك ان كل مدرسة كان لها ناظر توكل اليه ادارتها من الوجهة المادية وعالم لارشاد تلاميذها .

ارتين افندى وكيل ناظر ومنظم .. مايو سنة ١٨٣٤ ــ سبتمبر سنة ١٨٣٨ .

يوسف افندى حاكيكيان (بك)...نوفمبر سنة ١٨٣٤ ــ سبتمبر سنة ١٨٣٨ .

لامبير بك .. .. سبتمبر سنة ١٨٣٨ ــ أبريل سنة ١٨٤٩ .

على مبارك (باشا) ..... أبريل سنة ١٨٤٩ ــ سبتمبر سنة ١٨٥٤ .

تلاميذ المدرسة وخريجوها ومدرسوها .

مع أن لائحة سنة ١٨٣٦ قد نصت على أن يكون عدد تلاميذ المدرسة ٢٢٥ الا أنه لم يصل فى الواقع الى هذا العدد طول المدة التى بقيت فيها المدرسة قائمة الا فيما ندر من السنين وكان عدد التلاميذ يزيد ويهبط حسب عدد الذين اتموا دراستهم التجهيزية فكان فى سنة ١٨٣٧ مائة وسبعة واربعون وبلغ فى العامين التاليين ٢٠٦ ، ٢١١ وهبط فى سنة ١٨٤٠ الى ١٧٨ واستمر يهبط فى الاعوام التالية حتى وصل الى ٩٨ ثم وصل فى احدى السنين الى ٣٢٠ ولكنه عاد فهبط الى ٩٥ وكان فى سنة ١٨٤٩ مائة وخمسة وثلاثون تلميذا .

وقد ذكر الدكتور كلوت بك فى كتابه عن مصر سنة ١٨٤٠ أن بالقطر المصرى حينذاك ٩٠٠٠ تلميذا تنفق الحكومة على سكناهم وغذائهم ولباسهم وتدفع لهم المرتبات الشهرية وهم ينامون على أسرة حديدية مفروشة بمرتبة من القش واخرى من القطن ويصرف لهم فى كل عام الملابس : طربوش واربعة اقمصة واربعة سراويل واربع تكك واربعة مناديل للجيب وفوطتان للتجفيف وثلاثة مراكب وصدريتان الخ . ويقدم اليهم طعام صحى يتناولونه على وجبتين الأولى قبل الظهر بساعة والثانية بعد غروب الشمس بساعة ودروسهم مقسمة حصصا بحسب الساعات. وقد حددت اللائحة الداخلية الأولى لمدرسة المهندسخانة أربع ساعات وربع الساعة للطعام والراحة (١) واحدى عشر ساعة وربع للدروس والمذاكرة وثمانى ساعات ونصف للنوم .

وكان التلاميذ يتقاضون فى آخر الشهر (٢) مرتبات تختلف حسب درجة التعليم وسنى الدراسة . وطبقا لما ذكره كلوت بك كان تلاميذ ابتدائى يتقاضون ٥ و١٠ و١٥ قرشا وتلاميذ ثانوى ٢٠ و٢٥ و٣٠ و٣٥ قرشا وتلاميذ المدارس الخصوصية والعالية ٤٠ و٥٠ و٦٠ و٧٠ قرشا. وكان تلاميذ المهندسخانة يمتازون عن غيرهم فكان التلميذ فى السنة الأولى يتقاضى ٨٠ قرشا وفى السنة الثانية ٩٠ قرشا وفى السنة الثالثة ١٠٠ قرشا شهريا على أن لجنة تنظيم المدارس فى سنة ١٨٤١ انقصت هذه المرتبات والغت هذا الامتياز لتلاميذ المهندسخانة وساوتهم بغيرهم .

وقد نصت لائحة ١٨٣٦ على النظام الخاص بالعقوبات (٣) وقد يكون ذكر هذا النظام عظة وذكرى لحضرات الطلبة ! .

البند الأول ــ يصير تطبيق عقوبة الضرب بعد مذاكرة المجلس يوم الخميس .

البند الثانى ــ يسجل مأمور الحسابات عقوبات التلاميذ التى يقررها مجلس المدرسة وما يرد فى يومياتهم .

البند الثالث ــ يضرب التلامذة المذنبون بمعرفة ضارب الطبل (ترنبيته جى) بحضور الضباط ومأمور الحسابات وبمساعدة الاونباشى والخفراء الموجودين فى الباب وان يكن لا يمكن ضرب أحد التلامذة أكثر من خمسة عشر جلدة (كرباجا) فى تلك الليلة بسبب ذنب واحد ولكن اذا كان الذنب كبيرا أو كانت الذنوب متعددة يجوز ضرب التلميذ أكثر من خمسة وعشرين جلدة فى تلك الليلة .

البند الرابع ــ اذا خالف أحد نواب المعلمين القانون يوم الجمعة لا يسمح له بالخروج ويظل فى المدرسة تحت حراسة المعلم النوبتجى .

البند الخامس ــ التلميذ الذى توجد نواقص فى ثيابه كقطع الأزرار لا يسمح له بالخروج ويحبس فى المدرسة .

---

(١) منها ساعة وربع للاستراحة والغسيل عقب ضرب طبل الصباح ونصف ساعة للفطور وساعة للغذاء وخمسة واربعون دقيقة للعشاء .

(٢) لم تكن المرتبات تصرف بانتظام فى آخر كل شهر بل كانت تصرف كل ٦ أشهر وأحيانا يؤخر صرفها عاما أو أكثر .

(٣) التعليم فى عصر محمد علي ص ٦٦٩ .

البند السادس ـ التلامذة المقماون والقذرون لا يسمح لهم بتناول الطعام مع رفاقهم بل يتناولونه بعدهم ولا يسمح لهم بالاختلاط بهم فى أوقات الاستراحة حتى يكونوا نظافا مثلهم .

البند السابع ـ اذا حدثت ضوضاء من التلامذة أثناء وقوفهم فى الطابور ولم يمكن معرفة مصدرها بواسطة نواب المعلمين على الملازم النوبتجى أن يوقف التلامذة ونواب المعلمين بطابور عند نزولهم فى وقت الراحة المدة التى يختارها واذا عرف المصدر يصعد بالتلميذ الذى صدرت منه الضوضاء الى الدور العلوى ويحبسه فيه .

البند الثامن ـ يقرر المجلس العقوبة فمن يشوش أو يشتم أو يتلفظ بألفاظ كفرية أو يكذب أو يسرق أو يعصى رؤساءه أو يسىء أدبه ويجهل دروسه بسبب كسله اما بالجلد أو بالجلد مع الحبس .

البند التاسع ـ التلميذ الذى يتجاسر أو لا يحافظ على هيبته ولا يرتب كتبه وأوراقه ويبعثرها فى جهات متفرقة يحبس بمعرفة الملازم النوبتجى ونائب المعلم الذى يلقى اليه الدرس بحسب درجة ذنبه .

البند العاشر ـ اذا كان أحد التلامذة عنيدا أو لا يحفظ درسه كسلا أو لا يتقن الخط والرسم يعاقبه المجلس بالجلد أو بالحبس أو باطعامه الخبز والماء فقط أو بانزاله من الفصل الذى هو فيه الى الفصل الأدنى منه وتنفذ فى حقه العقوبات الوارد ذكرها فى قانون المدرسة الكبير وفى النهاية يطرد من المدرسة ويرسل الى الورش اذا لم يرجع عن عناده .

وكان مفروضا أن المدرسة تخرج كل عام ٧٥ تلميذا الا أن عدد المتخرجين كان يتراوح بين ٨ و١٣ و٣٠ وكانوا يمضون بعد التخرج عاما آخر بالمدرسة لتزاد ثقافتهم العملية أو يرسلون الى القناطر الخيرية أو المصانع للتمرين عمليا . وهؤلاء الخريجون كانوا يجدون مجال العمل واسعا أمامهم : فالبعض كان يعين بالمرصد التابع الى المدرسة والبعض بالقناطر الخيرية وبعضهم كان يلحق بقلم الهندسة بالديوان لرسم الخرائط كما أن بعض النابغين منهم كان يرسل فى بعثة وبعضهم يعين معيدا بالمدرسة أو مدرسا للرياضة بالمدارس التجهيزية،وكانت مدرسة المهندسخانة باعتبارها المعهد الوحيد فى مصر لتدريس الرياضة تشرف على امتحانات الرياضة بالمدارس الخصوصية والتجهيزية فكانت تبث نفرا من مدرسيها فى لجان امتحانات المدارس (١) .

وفيما يلى اسماء أشهر المدرسين بالمدرسة وخريجيها من أعضاء البعثات مع اشارة موجزة الى ترجمة البعض منهم ومؤلفاتهم (٣) :

الخواجة ارتين ـ أو ارتين بك سافر الى فرنسا سنة ١٢٤١ هـ وعين بعد أن تمم دراسة القوانين الادارية وكيلا للمدرسة ثم ناظر التجارة والأمور الخارجية وهو والد المرحوم يعقوب ارتين باشا وكيل نظارة المعارف السابق .

حكاكيان افندى ـ يوسف بك حكاكيان الأرمنى الجنس ذكر سمو الأمير عمر طوسون أنه أرسل الى انجلترا لدراسة الميكانيكا ولما عاد التحق بخدمة الحكومة فى سنة ١٨٢٥ م ثم عهد اليه بنظارة المدرسة .

محمد بيومى افندى ـ سافر الى فرنسا سنة ١٢٤١ هـ وعاد سنة ١٢٥٠ بعد أن حصل على دبلوم الهندسة وعين بعد عودته مدرسا بالمهندسخانة وكان أستاذا ومرجعا لكثير من المهندسين المصريين أمثال سلامه باشا واسماعيل باشا محمد ومحمود باشا الفلكى وعامر بك حموده وغيرهم ووكل اليه وهو مدرس بالمهندسخانة استكمال معارف كل من أحمد طائل أفندى وأحمد دقلة افندى المعيدين بها لأنهما عادا من البعثة بدون أن يتما دراستهما . وعين فى عهد نظارة المسيو لامبير بك كبير الأساتذة بالمدرسة (باشخوجة) فكان « المرجع اليه والمعول عليه » كما يقول على باشا مبارك فى ترجمته (٢) . وله جملة مؤلفات فى الهندسة والرياضيات منها كتاب « جر الأثقال » وكتاب « الجبر والمقابلة » ترجمة سنة ١٨٤٠ وكتاب « ثمرة الاكتساب فى علم الحساب » ترجمة سنة ١٨٤٦ وكتاب « الهندسة الوصفية » فى مجلدين وكتاب « جامع الثمرات فى حساب المثلثات » ترجمة سنة ١٨٤٧ . وعين فى عهد عباس باشا الأول مدرسا للحساب بالمدرسة الابتدائية بالخرطوم وتوفى بها فى منفاه.

حسن الوردانى أفندى ـ سافر لفرنسا سنة ١٢٤١هـ وتخصص فى فن الرسم والزخارف والفنون الجميلة ثم عين مدرسا للرسم بالمدرسة.

(١) التعليم فى عصر محمد على ص ٣٧٣ .
(٢) تقويم النيل جزء ٢ ص ٥٩٩ وما يليها .
(٣) الخطط التوفيقية جزء ١١ ص ٦٨ .

احمد طائل افندى ــ أشرت اليه فيما تقدم وقد عين فيما بعد مدرسا مستقلا فى العلوم الميكانيكية والجبر . ونفى الى الخرطوم مع الأستاذ بيومى وعاد منها فى أول حكم سعيد باشا مصابا بالحمى وتوفى بعد وصوله الى بولاق بليلتين .

ابراهيم رمضان بك ــ سافر الى فرنسا سنة ١٢٤٢ هـ وعاد قبل أن يتمم فالحق بمظهر باشا لاستكمال معلوماته ثم عين مدرسا بالمهندسخانة . وهو مؤلف « القانون الرياضى فى فن تخطيط الأراضى » سنة ١٨٤٤ م وكتاب « اللآلى البهية فى الهندسة الوصفية » ترجمة سنة ١٨٤٥ و « المنحة اللدنية فى الهندسة الوصفية » سنة ١٨٥٢ .

احمد دقلة بك ــ سافر الى فرنسا سنة ١٢٤٤ هـ وعاد فى سنة ١٢٥١ وعين معيدا للاستاذ بيومى لاستكمال معلوماته ثم عين بعد ذلك مدرسا للجبر والادروليك ثم عين وكيلا للمدرسة وهو مؤلف « نزهة الغايات فى حساب المثلثات » .

حسن نور الدين بك ــ من خريجى المدرسة سافر فى بعثة علمية وعملية سنة ١٢٦٠ الى فرنسا ولما عاد متمما دراسته عين بديوان الأشغال وله عدة أعمال جليلة فى أشغال السكك الحديدية والمالية منها أنه قام بتصميم سكة الفيوم الحديدية وانشأ سكة حديد دسبوق وخط الصالحية وعين باشمهندس سكة حديد القاهرة وتنقل فى مناصب عدة وسافر مع محمود باشا الفلكى لدنقلة سنة ١٢٧٦ هـ لرصد كسوف الشمس .

احمد بك السكى ــ درس بالمدرسة وسافر فى بعثة الانجال سنة ١٢٦٠ الى باريس وعين بعد عودته مدرسا فى الآلاى الأول ثم الحق بديوان الأشغال وقام بأعمال جليلة وكان من كبار المهندسين الذين انتفعت البلاد من خدماتهم وسافر فى بعثة الفلكى باشا الى دنقلة سنة ١٢٧٦ .

حماد عبد العاطى ــ هو محمد حماد باشا درس بالمدرسة وسافر فى بعثة عسكرية الى فرنسا وبعد عودته تقلب فى عدة وظائف وكان مدرسا للعلوم الطبيعية بالمدارس الحربية ونظارة قلم الهندسة بديوان الأشغال .

أحمد فايد باشا ــ أقام بفرنسا عشر سنوات وعين بعد عودته مدرسا للرياضيات بالمدرسة وصار من كبار أساتذتها ثم وكيلا لها وله مؤلفات فى الهندسة والرى منها كتاب « الأقوال المرضية فى علم بنية الكرة الأرضية » ترجمة سنة ١٨٤١م و « تحرك السوائل » طبع سنة ١٨٤٧ و « الدرة السنية فى الحسابات الهندسية » طبع سنة ١٨٥٢ .

صادق سليم بك ــ هو صادق سليم شنان بك تعلم بالمدرسة ثم أرسل الى فرنسا فتمم دراسته بها ولما عاد تقلب فى عدة وظائف منها مدرس الوصفيات والظل والمنظور وقطع الأحجار والأخشاب بمدرسة المهندسخانة التى انشئت فى عهد اسماعيل باشا ثم ناظرا لها .

على مبارك باشا ــ غنى عن التعريف تخرج فى المدرسة وسافر الى فرنسا فى بعثة الأنجال سنة ١٢٦٠ هـ وعاد سنة ١٢٦٦ وتقلب فى عدة وظائف وعين بعد ذلك ناظرا المدارس والأشغال والأوقاف والمرور والقناطر الخيرية وله عدة مؤلفات قيمة منها « تنوير الأفهام فى تغذى الأجسام » وكتاب « خواص الأعداد » وكتاب « تذكرة المهندسين » وكتاب « نخبة الفكر فى تدبير نيل مصر » وكتاب « الخطط التوفيقية » وكتاب « حقائق الأخبار فى أوصاف البحار » .

محمد خفاجة بك ــ سافر الى فرنسا بعد تخرجه فى المدرسة وبعد عودته متمما دراسته عين مدرسا للطبوغرافية وعلم طبقات الارض بها وكان من كبار العلماء فى الرياضة .

وقد أورد على مبارك باشا فى « الخطط التوفيقية » أسماء لغير من تقدم ذكرهم من الأساتذة منهم ابراهيم سالم وسالم حسانين خليفة حسين الكيمائى وخليل عبد الله مدرس الآلات وعلى أيوب وخليل حسن ومحمد الحكيم وعلى بدوى ومحمد مصطفى ومحمود باشا الفلكى ومحمد بك أبو سن وسلامة باشا وغيرهم .

سادتى

هذه اسماء لها قيمتها فى تاريخ الهندسة بمصر وتستحق منا أن نسجلها ونعيها ونحيى ذكرى أصحابها فعلى أكتافهم قامت النهضة العلمية الهندسية وعلى أيديهم تخرج عدد كبير من المهندسين الذين قاموا بكثير من المنشآت الهندسية المفيدة .

والآن انتقل الى المرحلة الثانية من مراحل تعليم الهندسة فى مصر وهى مدرسة المهندسخانة بالقلعة السعيدية .

مدرسة القلعة السعيدية

لم تعمر هذه المدرسة الا مدة قصيرة تقل قليلا عن الثلاث سنوات والمعلومات التى امكننى العثور عليها فى هذا الصدد قليلة وليس بينها ما يلقى ضوءا على نظام الدراسة او برنامجها .

ففى ١٩ ربيع الثانى سنة ١٢٧٤ (ديسمبر سنة ١٨٥٨) أصدر المرحوم محمد سعيد باشا أمرا عاليا لديوان الجهادية هذا نصه (١) :

« قد اقتضت ارادتنا تجديد مدرسة للعلوم الهندسية وأمرنا موتو بك مأمور الاستحكامات باعمال ترتيب عنها وعمل الترتيب وقدم لدينا ووافق ارادتنا الذى جرى بموجبه تعيين موسيو دبير تردى الصاغقول أغاسى معلم باشى بالمدرسة» .

وفى ٣ جمادى الأول سنة ١٢٧٤ صدر أمر عال لمأمور الاستحكامات منطوقه (٢) :

« عرض لدينا ما أنهيتموه بافادتكم الواردة المحتوية الاستئذان عن ملبوسات ومفروشات تلامذه المهندسخانة ان كان كما التلامذة أو كما الجهادية واقتضت ارادتنا أن يكون ذلك كما التلامذة » .

وفى ١٣ رمضان سنة ١٢٧٤ صدر أمر عالى لمدير القليوبية نصه (٣) :

« عرض لدينا افادة من موتو بك مأمور عموم الاستحكامات مؤرخة ٢٣ شعبان سنة ١٢٧٤ على ما أعرضوه له خوجات وضباط وخدمة مدرسة المهندسخانة بالتشكى من عدم صرف استحقاقهم من وقت الحاقهم بها وقد أوضح ان استحقاقهم الشهرى بما فيه التلامذة ٢٤١٨٥ قرشا وكسور (أى حوالى ٢٤٢ ج.م) (٤) ويريد ان وافق بتحويل صرفه على مديرية قريبة للقلعة يصرف لهم شهريا مع استحقاقهم ووافق ...» .

واستمرت الدراسة قائمة من هذا التاريخ ديسمبر سنة ١٨٥٨ حتى أغسطس سنة ١٨٦١ حيث أغلقت فى هذه السنة وسميت ابتداء من سنة ١٨٦٧ قبل نهاية سعيد باشا « بالمدرسة الحربية » .

وتولى نظارة المدرسة اى المهندسخانة طول المدة التى بقيت فيها قائمة فى هذه المرحلة حضرة أحمد حلمى أفندى .

ويغلب على الظن ان الدراسة فى هذه المدرسة كانت مقصورة على العمارة وان مدرسة أخرى لهندسة الرى كانت موجودة فى هذا الوقت بالقناطر الخيرية والظاهر أن الدراسة بالمدرسة الأخيرة استمرت مدة بعد الغاء مدرسة القلعة ، فقد جاء فى كتاب « التعليم فى مصر » للمرحوم امين باشا سامى ص ١٦ ما يلى :

« تولى المرحوم سعيد باشا فى ٢٠ شوال سنة ١٢٧٠ (١٦ يوليو سنة ١٨٥٤) وفى مدة ولايته ارسل الى أوربا ١٤ طالبا انفق عليهم بها ٦٩٠٨٣ جنيها والمدارس التى كانت بمصر فى مدته هى المدرسة الحربية بالقلعة وبها ٣٠٠ تلميذ مقسمة الى ثمانى فرق منها فرقة المحاسبة . ومدرسة المهندسخانة بالقناطر الخيرية وبها ١١٦ طالبا . ومدرسة الطب والولادة وكان بها ٦٩ تلميذا وتلميذة » .

ويفهم من هذا كما قلت أن مدرسة القناطر استمرت مدة بعد تحويل مدرسة القلعة الى المدرسة الحربية ، ولكنى لم استطع العثور فى المصادر التى رجعت اليها على ما يحدد هذه المدة.

والآن انتقل الى المرحلة الثالثة والأخيرة فاتكلم عن المدرسة التى بقيت الدراسة بها مستمرة منذ افتتاحها فى هذه المرحلة التى أخذت تتطور وتتدرج حتى صارت كلية الهندسة — واعنى بها مدرسة الزعفران بالعباسية ثم درب الجماميز ثم الجيزة وسأسميها اختصارا مدرسة الجيزة .

---

(١) تقويم النيل م ١ ج ٣ ص ٢٥٧ .

(٢) تقويم النيل م ١ ج ٣ ص ٢٦٣ .

(٣) تقويم النيل م ١ ج ٣ ص ٢٨٠ .

(٤) قارن ميزانية مدرسة بولاق فى سنة ١٢٥٥ مثلا اذ كانت كما قدمت ٢٥٧٥ جنيها و ٢٠٠ مليما اى أكثر من عشرة أمثال هذا المبلغ .

مدرسة الجيزة

لما تولى المرحوم اسماعيل باشا الحكم عام ١٢٧٩ هـ (١٨٦٣ م) أصدر فى ٤ ذى الحجة سنة ١٢٨١ الارادة التالية للمرحوم محمد شريف باشا مدير ديون المدارس حينذاك (١) :

« قد شمل نظرنا الترتيب الوارد مع كتابكم المؤرخ بتاريخ ١٥ شوال سنة ١٢٨١ رقم ١٤ بخصوص مدرسة المهندسين التى اقتضت ارادتنا تشكيلها وافتتاحها ، وحيث ان الترتيب المذكور حاز موافقتنا ورغبتنا فبناء عليه يجب أن تبادروا بتشكيل وترتيب المدرسة المذكورة بموجبه وهذا هو مطلوبى » .

وهكذا استؤنفت دراسة الهندسة بمصر بافتتاح المدرسة فى يونيه سنة ١٨٦٦ ولا اظن أن الوقت يسمح بتتبع التطورات والخطوات التى خطتها المدرسة خلال هذه الفترة الطويلة من الزمن وقد أشرفت على الخمسة والسبعين عاما (فى يونيه القادم يكون قد مضى على افتتاحها ٧٥ سنة ميلادية كاملة بدون انقطاع) فان هذا يحتاج الى محاضرة أخرى على الاقل وأرى لذلك ولكى لا أثقل على حضراتكم أن أتكلم فى ايجاز عن النقط الآتية فقد نحصل بهذه الطريقة على صورة سريعة لهذه التطورات :

١ — أماكن المدرسة وأسماؤها .
٢ — التطور فى الحياة المدرسية .
٣ — التطور فى نظم الدراسة وبرامجها .
٤ — مجلس الادارة .
٥ — ادماج المدرسة بالجامعة .
٦ — النظار والطلبة والخريجون وبعض الاساتذة القدماء .

١ — أماكن المدرسة وأسماؤها

أما الأماكن التى شغلتها المدرسة فقد سبق لى ذكرها اذ كان فى بادىء الأمر سراى الزعفران بالعباسية وبقيت بها سنة وسبعة أشهر انتقلت بعدها فى يناير سنة ١٨٦٨ الى درب الجماميز ثم انتقلت الى مكانها الحالى بالجزيرة فى سنة ١٩٠٥ .

أما الأسماء المختلفة التى أطلقت على المدرسة فالراجح أنه أطلق عليها فى بادىء الأمر اسم « مدرسة الرى والعمارة » ثم أطلق عليها بعد ذلك الاسم الذى أطلق على ما سبقها من مدارس الهندسة وهو « مهندسخانة خديوية » واستمر كذلك حتى تولى الحكم المغفور له السلطان حسين كامل فى ١٩ ديسمبر سنة ١٩١٤ فأطلق عليها فى عهده اسم « مدرسة الهندسة السلطانية » وبعد صدور تصريح ٢٨ فبراير سنة ١٩٢٢ صار الاسم « مدرسة الهندسة الملكية » فى عهد المغفور له الملك فؤاد الأول وأخيرا بعد ضم المدرسة الى الجامعة سنة ١٩٣٥ صار اسمها « كلية الهندسة » .

٢ — التطور فى نظم الدراسة وبرامجها

يتبين مما ذكره المرحوم أمين باشا سامى فى كتابه « التعليم فى مصر » ان المدرسة منذ انشائها لغاية سنة ١٨٦٦ ، لم يكن بها قسم العمارة وأن مدة الدراسة كانت أربع سنوات ولكن يؤخذ من سجلات الامتحانات بالكلية ، وهى موجودة ابتداء من السنة الدراسية ١٨٨٢ — ١٨٨٣ ، أنه كان بالمدرسة قبل تلك السنة خمس فرق تدرس فيها المواد الآتية :

الفرقة الخامسة (أولى دراسية) — علوم رياضية هى : جبر عال ، تطبيق بعدين ، ميكانيكا نظريا ، هندسة وصفية ، قسموغرافيا ، حساب مثلثات كروية ، طبيعة ، كيمياء غير معدنية ، جيولوجيا ، ورسومات هى : رسم عملى ، رسم وصفية . ولغات وعروض وبيان .

الفرقة الرابعة (ثانية دراسية) — علوم رياضية هى : تفاصيل ، تطبيق ثلاثة أبعاد ، ظل ومنظور ، طبوغرافيا ، ميكانيكا نظرية ، عمارة ، طبيعة ، كيمياء ، منرالوجيا ، فلك . ورسومات هى : رسم عملى ، رسم ظل ومنظور ، رسم طبوغرافيا . ولغات .

الفرقة الثالثة (ثالثة دراسية) — علوم رياضية هى : كمالة فلك وجيوديزيا ، ميكانيكا تطبيقية جزء أول ، ايدروليكا جزء أول ، قطع أحجار وأخشاب ، تكامل ، انشاء طرق ومستويات رقمية ، سكك حديد ، عمارة جزء ثانى ، كيمياء عضوية . ورسومات هى : رسم عملى ، رسم قطع أحجار وأخشاب . ولغات .

الفرقة الثانية (رابعة دراسية) — علوم رياضية هى : ميكانيكا تطبيقية الجزء الثانى ، ايدروليكا جزء ثانى ، ملاحة ، مقاومة مواد ، قناطر حجرية . تدبير زراعى ، كيمياء صناعية . ورسم تصميمات . ولغات .

الفرقة الأولى (خامسة دراسية) — علوم رياضية هى : ملاحة ، مقاومة مواد ، كمالة تدبير

(١) تقويم النيل — م ٢ ج ٣ ص ٦٠٤ .

زراعي وري ، كيمياء صناعية ، قناطر خشبية ومعدنية . ورسم من الطبيعة . وتطبيقات عملية طبوغرافية على الأرض . ولغات .

وكانت تعقد فى كل سنة امتحانات جزئية كل ثلاثة شهور ثم اقتصر ابتداء من العام الدراسى ١٨٨٣ ــ ١٨٨٤ على امتحان جزئى واحد فى نصف السنة يسمى « امتحان الستة شهور » وكانت الامتحانات الجزئية تعقد تحت اشراف ناظر المدرسة ومدرسيها أما الامتحانات العمومية (النهائية) فتكون تحت اشراف ممتحنين من الخارج (١) . وفى كل امتحان يضاف الى المتوسط الذى يحصل عليه التلميذ فى المواد المختلفة درجة عن متوسطه فى الأخلاق تتكون من « متوسط الأخلاق المعطية من الخوجات » و « متوسط الأخلاق المعطية من الضباط » وفى الامتحان النهائى يكون المتوسط الكلى للتلميذ عبارة عن مجموع متوسط العلوم زائدا متوسط الامتحان الجزئى أو الامتحانات الجزئية السابقة زائدا متوسط كلى للاخلاق .

وفى ٢٦ يناير سنة ١٨٨٧ صدر قرار من مجلس النظار (٢) بالتصديق على قانون وبروجرام جديد لمدرسة المهندسخانة وقد جعلت مدة الدراسة بمقتضاه خمس سنوات . تحضيرى وأولى وثانية وثالثة ورابعة ، وانشىء قسم للعمارة وجعل التخصص ابتداء من السنة الثالثة بحيث تنقسم كل من هذه السنة وسنة رابعة الى قسم « هندسى » وآخر « معمارى » وقد نص فى القرار على أن يكون عدد ساعات « الحصص والمذكرات » ٣٣ ساعة فى الاسبوع لكل سنة (٣) وأن يكون التدريس باللغة العربية والمواد التى تدرس هى :

سنة تحضيرى ــ رياضة ، هندسة وصفية ، طبيعة والكهربائية الاصطلاحية ، كيمياء وفن استخراج المعادن ، تاريخ وجغرافيا ، رسم ، لغات .

سنة أولى ــ رياضة ، هندسة وصفية ، طبيعة ، كيمياء ، ميكانيكا نظرية وتطبيقية ، رسم ، لغات .

سنة ثانية ــ هندسة وصفية ، طبيعة ، ميكانيكا ، حساب التفاضل والتكامل ، رسم ، طبوغرافيا ، ادروليكا ، جيولوجيا ، لغات .

سنة ثالثة هندسى ــ مواد وادوات مستعملة فى المبانى ، رسومات وتصميمات وأشغال المبانى ، الأشغال الصناعية ، مقاومة المواد ومتانة المبانى ، لغات .

سنة رابعة هندسى ــ اعضاء الآلات والآلات البخارية ، انشاء المبانى والعمارة ، رسومات وتصميمات واشغال المبانى ، طرق وسكة حديد ، أشغال بحرية ، لغات .

سنة رابعة معمارى ــ انشاء المبانى والعمارة ، رسومات وتصميمات وأشغال المبانى ، لغات .

ويلاحظ أن :

١ ــ تلاميذ السنة الثالثة بقسم المعمار يحضرون مع تلاميذ السنة الثالثة المهندسين جميع الدروس والتمرينات ما عدا دروس انشاء الاشغال الصناعية وباقى الاوقات المقررة لهذه المادة يأخذون فيها رسوم التأسيسات (كروكى للمبانى) ليكونوا منها رسوما مصحوبة بمقاسات مثمنة .

٢ ــ وفى السنة الثالثة يجرى التلاميذ المهندسون عمل ثلاثة تصميمات أحدها لبناء صغير والثانى لقنطرة من الحجر والثالث لقنطرة من الحديد واما تلاميذ قسم المعمار فانهم يجرون عمل ثلاثة تصميمات من المساكن . وفى السنة الرابعة يجرى تلاميذ قسم المهندسين عمل ثلاثة تصميمات أحدها لترعة أو خليج والثانى لشغل صناعى والثالث لبناء من المبانى وتلاميذ قسم المعمار فى تلك السنة يجرون عمل أربع تصميمات لمساكن أو مبان مشيدة .

هذا ملخص ما قضى به قرار سنة ١٨٨٧ ولكن على مبارك باشا عين بعد صدور هذا القرار ناظرا المعارف من جديد فرفع الى الخديو توفيق تقريرا عن حالة التعليم فى سنة ١٨٨٨ جاء فيه خاصا بمدرسة المهندسخانة ما يلى :

« ان بروجرامات التدريس التى تقررت لمدرسة المهندسخانة فى سنة ١٨٨٧ لم يتيسر العمل بمقتضاها الا من ابتداء السنة المكتبية ٨٧ ــ ٨٨ ورغما عن الصعوبات التى لابد من حصولها عند عمل أى تغيير فانه بهمة ونشاط حضرات المدرسين امكن اجراء التدريس طبقا للبروجرامات المذكورة .

(١) كان من بين المتمحنين عام ١٨٨٢ ــ ١٨٨٣ الشيخ حمزة فتح الله « مفتش أول علوم عربية بالمعارف » .

(٢) كان ناظر المعارف حينذاك المرحوم عبد الرحمن رشدى باشا .

(٣) ذكر معالى شفيق باشا ان اليوم الدراسى كان يبدأ بعد شروق الشمس بساعة وينتهى قبل الغروب بساعة ولا يتخلل العمل الا ساعة أو أكثر قليلا لتناول الغذاء . وهذا معناه ان عدد ساعات العمل هى أكثر من ٣٣ ساعة فى الاسبوع والظاهر أن هذا هو النظام الذى كان متبعا قبل قرار سنة ١٨٨٧ .

« وعملا باحدى القواعد المقررة فى لائحة ترتيب المدرسة والتى صار العمل بموجبها فى سنة ٨٦ وهى أن تلامذة السنة الثالثة والرابعة يلزم ارسالهم الى ديوان الأشغال العمومية ليتمرنوا فيه على الاشغال الهندسية المختلفة قد صار ارسال الثلاثة تلامذة الذين من قسم المهندسين بالفرقة الثانية (سنة ثالثة) الى النظارة المشار اليها فى فبراير سنة ٨٨ والتحقوا بقسم ثالث رى ، كذا بعد أن تمم تلامذة قسم الارشيتكت دروس سنتهم قد ارسلوا فى شهر مارس سنة ٨٨ الى ديوان الاشغال مع تلامذة الفرقة الاولى المكون منهم القسم الأول مهندسين ثم عاد جميع هؤلاء التلامذة الى المدرسة فى شهر يونيه (١) لتمضية الامتحان السنوى والامتحان النهائى . فأما تلامذة الفرقة الأولى (السنة النهائية) فانهم بعد أن تحصلوا على شهادة التدريس النهائية أرسلوا الى ديوان الاشغال العمومية فاجرى توزيعهم على المصالح المختلفة التابعة له وقد أحسنت فى حقهم الشهادات من حضرات مفتشى الرى الذين كان أولئك التلامذة تحت رياستهم » الى أن يقول :

« وقد رؤى بالنظر لكون مدرسة المهندسخانة ليست معدة لتربية علماء فى العلوم النظرية بل القصد منها اخراج مهندسين للاشغال العمومية ذوى دراية كافية لتعود منهم الفائدة المقصودة أن يصير تنويع بروجرمات العلوم فيها لتقوية المواد العملية ، وقد عملت هذه التنويعات بمعرفة رجال أولى دراية وصار السير على موجبها من ابتداء الدراسة فى شهر اكتوبر سنة ١٨٨٨ بعد أن صار تنقيحها بمعرفة قومسيون خصوصى وغاية هذه التنويعات هى تقليل المواد النظرية واقتصارها على ما هو ضرورى حقيقة لتأدية أشغال المهندس فى هذه البلاد مع زيادة الاهمية للمواد العملية خصوصا فيما يتعلق بالرسم العملى وتصميمات الأشغال .

« وقد اثبتت التجربة موافقة حذف القسم الخاص بدراسة العمارة الذى كان انشىء بالمدرسة فى السنين الأخيرة (٢) وصار كل التلامذة يتبعون من الآن فصاعدا عموم الدروس الموجودة ببروجرام المدرسة الذى ضمنه فن العمارة . والذى دعا الى ذلك هو الرغبة فى تحسين مستقبل التلامذة فانهم لو اختصروا على دراسة فرع خصوصى ربما لا يجدون لهم وظائف وقد استقبل التلامذة واهاليهم هذا الامر بغاية الرغبة . ومما ينبغى ذكره هنا من التحسينات التفصيلية التى صار ادخالها فى التعليم تحسين دروس الكيمياء والطبيعة فانها جعلت مطابقة لاحتياجات التعليم الخصوصى الذى تقرر للمدرسة وكذا تعليم الرسم الذى هو من اهم أشغال المهندس فانه زيد فى الزمن المقرر لتعليمه فجعل ساعتين فى كل يوم . وبالجملة فانه لأجل تمرين التلامذة على التكلم باللغات الأجنبية قد تقرر أن اغلب الدروس تعبر للتلامذة بمعرفة المدرسين باللغات الأجنبية فرنساوية كانت أو انكليزية .

« وقد تقرر ايضا ان التلامذة يحضرون درسين عربيين فى كل أسبوع وفيها تدرس لهم القواعد الأساسية للآداب الدينية والأخلاق المرضية وهذا لاشك يحدث فى أذهان التلامذة تأثيرا حسنا » .

هذا هو التقرير المرفوع من على مبارك باشا المهندس ولم أقصد بتلاوته الى نقد ما جاء به من آراء طريفة لا شك انها لا تتفق مع حاجيات العصر الحاضر وذلك مثل رأيه عن التخصص ورأيه بأن المدرسة معدة لاخراج مهندسين للاشغال العمومية ! الخ ــ وانما اردت ان ابين لحضراتكم انه قد ادخلت تعديلات كثيرة على قرار سنة ٨٧ طبقا لهذا التقرير . وهذه التعديلات تناولت « حذف » قسم العمارة كما تناولت مواد الدراسة ولغة التدريس اذ كانت بعض المواد تدرس بلغة غير العربية .

---

(١) اى انهم قضوا مدة تمرينية تتراوح بين ثلاثة واربعة اشهر .

(٢) ان قوله « فى السنين الاخيرة » ليس مفهوما لان قسم العمارة لم ينشأ الا فى سنة ٨٧ ــ ٨٨ ثم « حذف » فى السنة التالية الى ان أعيد انشاؤه مرة ثانية سنة ١٨٩٢ .

to both slugs extremely increased ultimate oil recovery obtained (94%, 93%, 82%, and 62% respectively).

2. In presence of 1% NaCl in both preflush and surfactant (0.5 concentration) slugs, adding one-percent sodium silicate gave better results (94%) of ultimate oil recovery than that obtained with 0.5% sodium silicate (74%).

3. In presence of 1% $Na_4 SiO_4$ in both preflush and surfactant slugs and adding 1% NaCl to proflush only gave rise to drastic drop in ultimate oil recovery (25%) than in the case of presence of 1% NaCl in both slags (94%).

4. From all charts showing the relation between percent residual oil recovered and total fluids injection it's recommended that fluid injection should be stoped at the end of the sharp increase period of percent residual oil recovery.

REFERENCES

1. Akrevoll, 1. «Improved Oil Recovery by Chemical Waterflooding». The Foundation of Scientific and Industrial Research at the Norwegian Institute of Technology, sept. 1980.

2. Mayer, E.H., Berg, R.L,, Carmichael. J.D. and Weinbrandt, R.M., «Alkaline Injection for Enhanced Oil Recovery-a status Report.» JPT, January, 1983.

3. Somerton. W.H. Radke, C.J. «Role of Clays in the Enhanced Recovery of Petroleum from Some California sands». JPT, March, 1983.

4. Chang, H.L., «Polymer Flooding Techmology Yasterday, Today, and Tomorrow «Fifth Symposium on Improved Methods for Oil Recovery, Tulsa, Ok., April, 1978.

5. M.A. Tantawy, «Applying EOR Methods for Increasing Formation Oil Recovery Factor by Chemical Flooding. M.Sc. thesis, Suez Canal University, 1984.

incresed from 50% to 90% after injection of 0.90 PV of polyomer slug at 2.9 PV of displacing fluids.

Oil recovery increased from 13% to 90% during the injection of polymer slug because of the better sweep efficiency of the polymer. The presence of sodium carbonate in addition to sodium chloride in both preflush solution and surfactant slug has effectively reduced the divalent content of packed sand through cation exchange ($Na^+ \rightarrow Ca^{++}$ and $Na^+ \rightarrow Mg^{++}$) and precipitation of calcuim and magnesium carbonate, and prolonged the effective life of surfactnat i.e., the surfactnat was not consumed quickely.

We can conclude that, in the presence of 1% NaCl, and 1% sodium silicate in both preflush solution and surfactant slug, ultimate oil recovery (abuot 94%) is higher than the other cases in which NaOH, Na_2CO_3, and Na_2HPO_4 were used.

Also sodium silicate and sodium carbonate effectively conditioned packed sand in the presence of 1% NaCl through the precipitation of the divalents (calcium and magnesium) as calcium and magnesium silicates and calcium and magnesium carbonates respectively.

C—Effect of sodium silicate concentration, in 1% NaCl and 0.5% petrostep, on oil recovery

In Run(6), the silicate concentration in preflush and surfactant slug was decreased to 0.5% and NaCl still one percent.

After oil breakthrough oil recovery increased at nearly constant rate until reached 16% at 2.25 PV and sharply increased from 16% at 67.5% at 2.9 PV of displacing fluids.

It was found that oil recovery at any volume of displacing fluid, in case of 0.5% silicate concentrat ion was less than in case of 1% silicate.

Ultimate oil recovery in case of adding 0.5% sodium silicate was 74% which is still less than in case of adding 1% sodium silicate because less divalent cation replacement occured compared with the case of 1% sodium silicate, Run(2).

D—Effect of absence of NaCl from surfactant slug:

In Run(7) the solution preflush still containing 1% NaCl and 1% Na_4SiO_4 as in Run(1), but surfactant slug containing only 1% Na_4SiO_4

After oil breakthrough, oil recovery steadily increased until reached 13% at 1.5 PV of displacing fluid and then increased at very low rate until reached 19% at 2.5 PV.

After polymer injection oil recovery changed, increased at higher rate until ceased.

Ultimate oil recovery reached 25% of reidual oil. The absence of NaCl from surfactant slug was responsible for insufficient interfacial tension reduction and hence low ultimate oil recovery, this reflects the need of NaCl to provide higher ultimate oil revovery in low tension flood.

CONCLUSION

1. In presence of 1% NaCl in both preflush and surfactant (0.5% concentration) slugs, adding one-percent sodium silicate or sodium carbonate or sodium phosphate or sodium hydroxide

It was found that, oil breakthrough occured after 0.35 PV of displacing fluid was injected and oil recovery reached 30% at 2 PV displacing fluids which is still higher than in Run(1). After 0.5 PV of polymer slug was injected oil recovery reached 39% at 2.5 PV of displacing fluids and then increased abruptly from 39% to 90% at 3 PV displacing fluids. After injecting 3 PV, oil recovery increased at low rate until ceased and ultimate oil recovery was 94%.

In Run(2), the addition of $Na_4 SiO_4$ to both preflush and surfactant slugs has made both oil recovery and ultimate oil recovery, at any volume of displeacing fluids, higher than its values in Run(1)

In Run(3), a 1% $Na_2 HpO_4$ and 1% NaCl were added to both preflush solution and surfactant slug.

Oil breakthrough occured at 0.5 PV of displacing fluid and oil recovery increased at constant rate and reached 20% at 2.5 PV displacing fluids. When polymer began to be injected oil recovery increased at an increasing rate and reached 30% after injecting 0.5 PV polymer slug then sharply increased from 30% to 70% after injecting 2.7 PV of displacing fluids. After that oil recovery increased at low rate until ceased and ultimate oil recovery was 82%.

Presence of 1% $Na_2 HPO_4$ in addition to 1% NaCl in both preflush solution surfactnat slug has effectively conditioned the packed sand.

The formation of calcium and magnesium silicates precipitates through Na^+-Ca^{++} and Na^+ Mg^{++} cation exchange has protected surfatant slug from deterioration.

Interfacial tension reduction and the formation of high oil-saturatin bank ahead of polymer slug has led to high oil recovery (82%).

In Run(4) 1% of NaOH was added to both preflush solution and surfactant slugs in addition to 1% NaCl.

It was found that after oil breakthrough oil revoery increased at nearly constant rate until reached 16% of residual oil at 2 PV displacing fluids. When polymer began to be injected, oil recoery increased at higher rate and reached 25% at 2.5 PV and then sharply increased to 62% (ultimate oil recovery) at 3 PV displacing fluids.

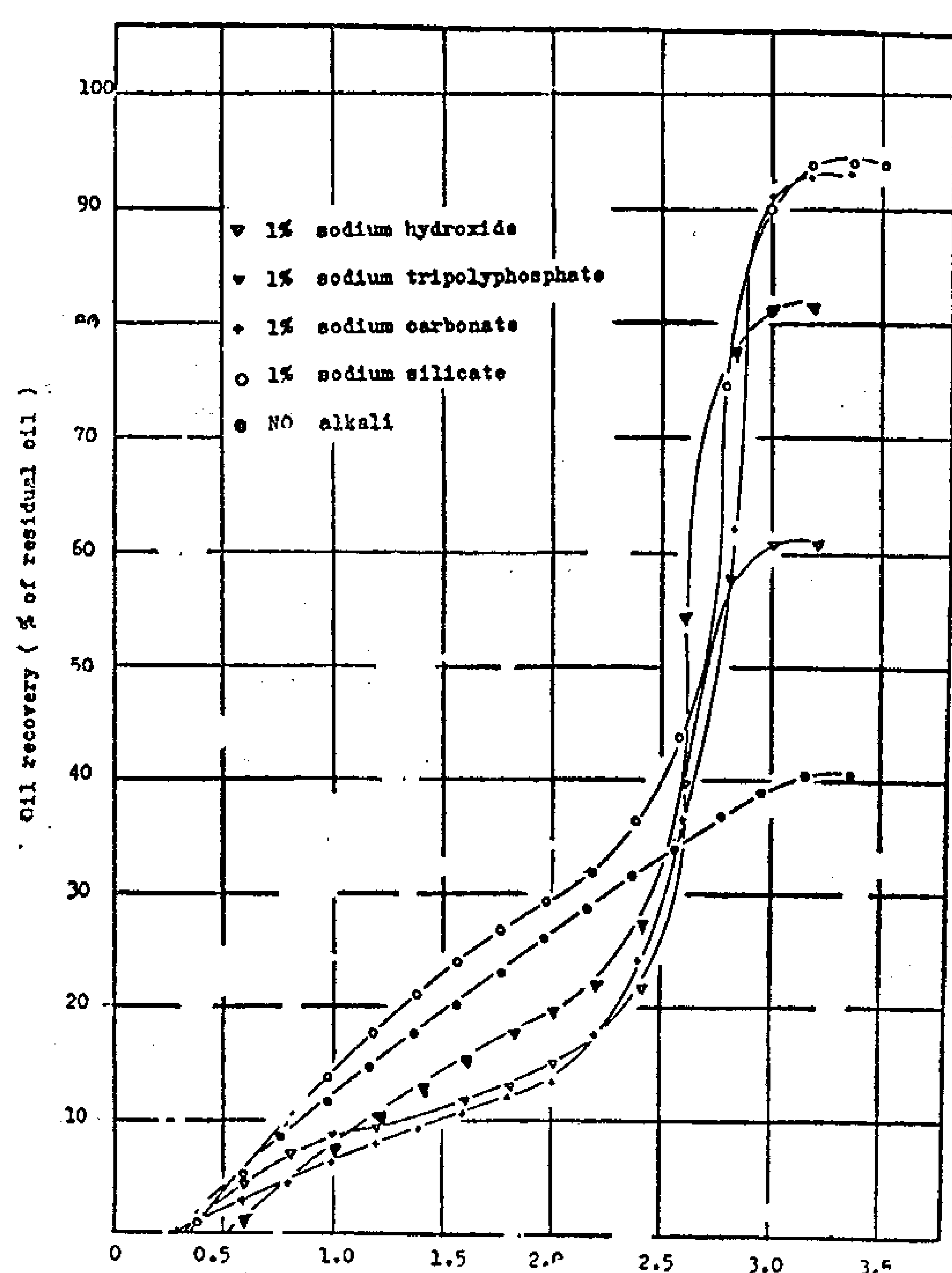
Low ultimate oil recovery in this case with respect to $Na_4 SiO_4$ Run(1) and $Na_2 HPO_4$ Run(2) indicates that sodium hydroxide may be consumed through reacting with divalent cations and hence, forming non soluble Ca_2(OH) and Mg_2(OH) which decreases packed sand permeability, and also can not effectively reduce interfacial tension. ,

In Run(5), 1% of $Na_2 CO_3$ besides 1% NaCl were added to both prefulsh solution and surfactant slug.

Oil breakthrough occured at 0.3 PV and oil recovery increased at constant rate and reached 13% at 2 PV displacing fluids. Low oil recovery at 2 PV was due to poor sweep of surfactant.

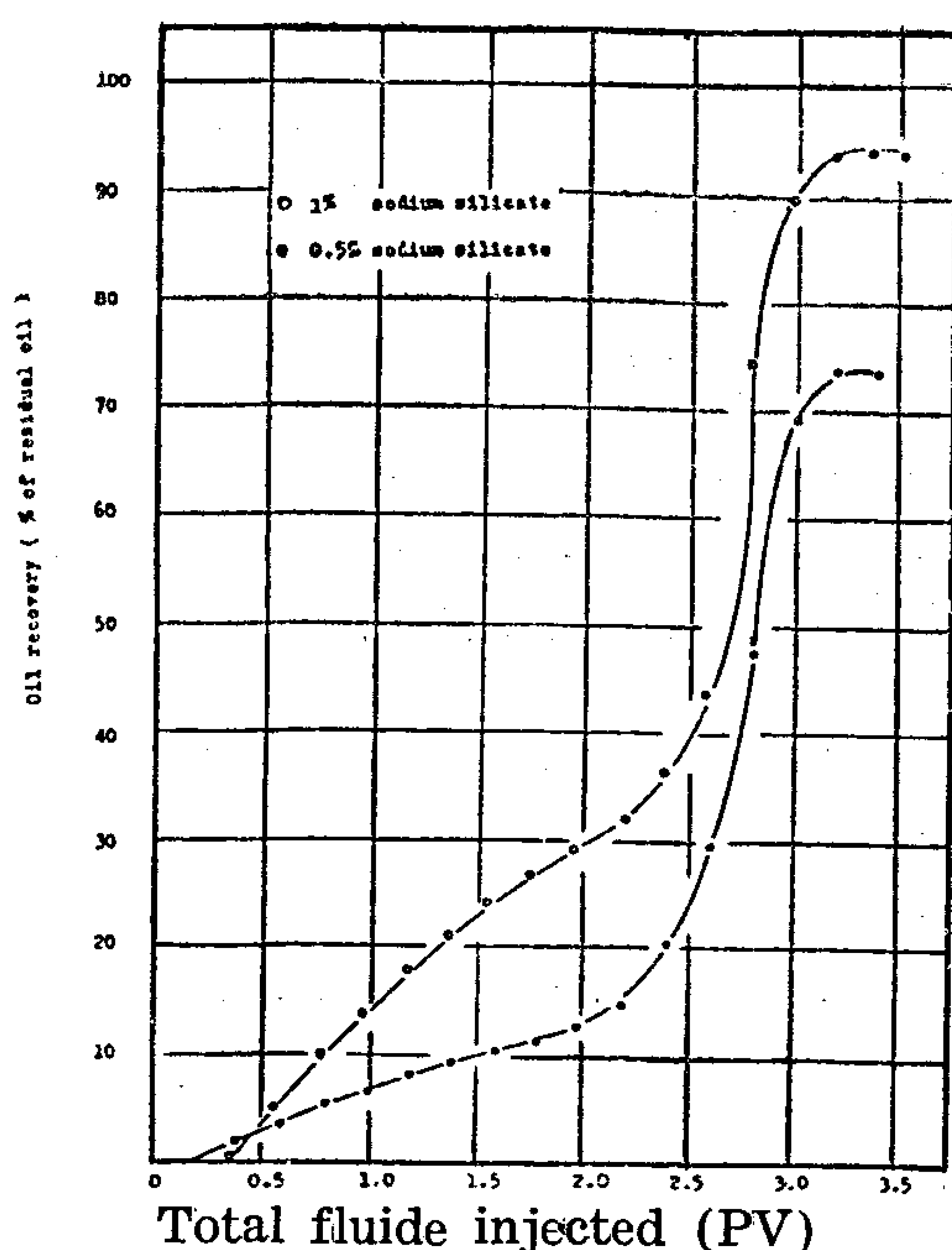
When polymer began to be injected oil recovery increased at an increasing rate from 13% to 50% after injection of 0.75 PV of polymer slug and then sharply

Oil recovery, after flooding, is drawn versus total fluid injected on figures(1) through(3).



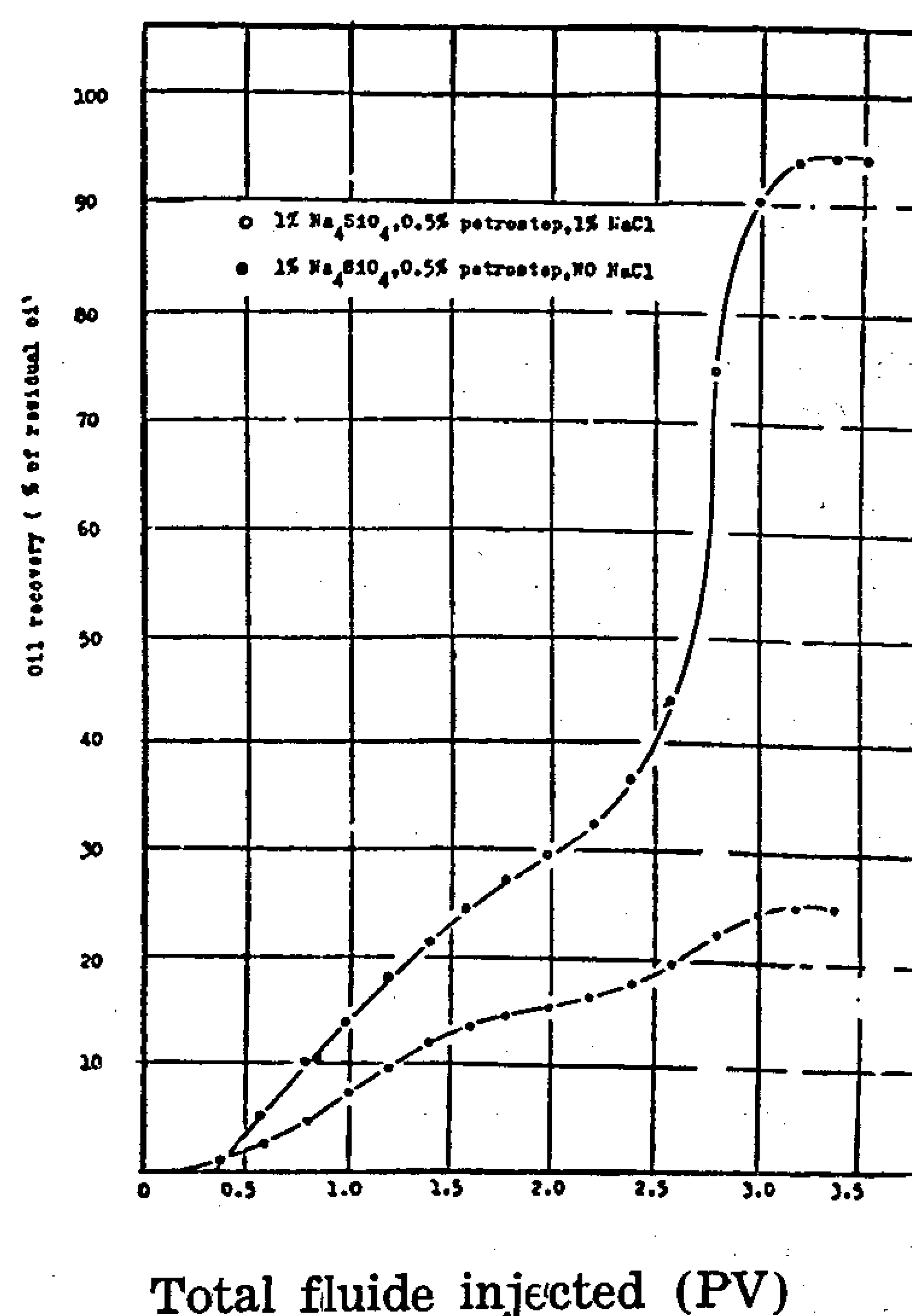
Total fluide injected (PV)

Fig.(1) Effect of various alkaline additive to both preflush (1%NaCl) and surfactant (0.5% petro, 1%NaCl) solutions, on oil recovery.



Total fluide injected (PV)

Fig. (2) Effect of sodium silicate concentration (1.5 NaCl preflush solution and surfactant solution) on oil recovery.



Total fluide injected (PV)

Fig. (3) Effect of NaCl in surfactant (0.5 % peto, 1% Na_4 SiO_4) solution preflush still containing 1% NaCL and 1% Na_4 SiO_4, on oil recovery.

A- Effect of alkaline additives on oil recovery :

In run (1) one pore-volume preflush solution and one pore-volume surfactant slug (0.5% petrostep 465, on active basis), both containing 1% NaCI, were used.

Oil breakthrough occured after 0.3 PV of displacing fluid was injected. Oil recovery was increasing at constant rate until reached 26% at after 1.0PV displac- fluid was injected. When polymer began to be injected, oil recovery increased at decreasing rate until reached 41% of residual oil (ultimate oil recovery) after 3.2 PV of displacing fluids were injected.

In Run(2). the preflush solution and surfactant slug were containing 1% Na_4 SiO_4.

lower interfacial tension values as reported by Mayer, Bery and others(2).

Alkali/rock reactions

Somerton(3) reported that in addition to the ion-exchange reactions with rock surfaces, alkali can react directly with specific rock minerals. A well-documented example is the incongruent dissolution of anhydrite and gypsum in alkali to produce the less-soluble calcium hydroxide, i.e., $CaSO_4$ (S) + 2 NaOH = Ca $(OH)_2$ (S) + Na_2SO_4

A second, less-understood reaction, is that of alkali dissolving to reservoir rock to yield soluble silica. Although soluble silica has been observed after contacting reservoir rock with alkali, the reaction, too slow at moderate temperatures, is considered to be of major concern.

Alkaline chemicals

Mayer(2) reported that the typical alkalis considered in alkaline flooding are sodium hydroxide (NaOH), sodium orthosilicate (Na_4SiO_4), sodium metasilicate (Na_2SiO_3) ammonia (NH_3), and sodium carbonate (Na_2CO_3). Of these five possible alkalis sodium hydroxide is the most basic (alkaline) chemical which has been most widely tested. However, sodium orthosilicate has been found to be effective as a preflush for chemical/surfactant floods.

Chang(4) has shown that the use of a polyphosphate, which is a buffer, gives improved oil recovery.

The purpose of this research work is to study the effect of various alkaline additives on oil recovery.

Experimental Procedure and Results :

In this research work, sand packs of different mesh sizes and known porosity and permeability are used to represent reservoir rock.

,In each run (1 to 7), one pore volume surfactant slug containingo 0.5% petrostep 465 and one of the different alkaline additives was injected after one pore volume preflush slug then followed by a polymer slug (1% Flocon 4800 biopolymer) until the ultimate oil recovery is reached.

During the flood, samples were collected and their oil content, after each sample and for the whole run, were calculated.

The results are listed in table (1).

TABLE 1

Run No.	Preflush-slug	Surfactant-slug	Total Fluids injected (pv)	% Residual oil recovered at (pv) fluids injected						
				0.5	1.0	1.5	2	2.5	3	Final
1	1% NaCl	0.5% petro, % NaCl	3.4	3.5	11.5	19	26	33	39	41
2	1% NaCl, 1% Na_4SiO_4	0.5% petro, 1% NaCl, 1% Na_4SiO_4	3.5	3.5	16.5	23	29.5	40	90	94
3	1% NaCl, 1% Na_2HpO_4	0.5% petro, 1% NaCl, 1% Na_2HpO_4	3.2	-	7.5	14.5	20	33	81	82
4	1% NaCl, 1% NaOH	0.5% petro, 1% NaCl, 1% NaOH	3.2	3	8.5	11	15	26	61	61
5	1% NaCl, 1% Na_2CO_3	0.5% petro, 1% NaCl, 1% Na_2CO_3	3.3	2	6	10	13.5	29	91.5	93
6	1% NaCl, 0.5% Na_4SiO_4	0.5% petro, 1% NaCl, 0.5 Na_4SiO_4	3.4	3	6.5	10	12.5	23.5	69	74
7	1% NaCl, 1% Na_4SiO_4	0.5% petro, Zero NaCl, 1% Na_4SiO_4	3.4	2	7	12.5	15	18.5	24	25

THE EFFECT OF ALKALINE ADDITIVES ON OIL RECOVERY

By

* M.A. ABOU SAIF, M. MOUSTAFA SOLIMAN, AND, M.A. TANTAWI

ABSTRACT :

The aim of this research work is to study the effect of adding various alkalines additives (sodium silicate, sodium carbonate, sodium phosphate, and sodium hydroxide) to both preflush and surfactant solutions on oil recovery in low-tension flooding (low surfactant concentrations), to study the effect of alkali (sodium silicate) concentrations on oil recovery in the presence of one percent sodium chloride in both preflush and surfactant (0.5% concentration on active basis) solutions, and to study the effect of adding one- percent sodium cloride to surfactant (0.5% concentratin) slug on oil recovery in the presence of 1% sodium silicate in both preffush (cne-percent sodium chloride) and surfactant solutions.

INTRODUCTION :

Alkaline oil recovery has been attributed to oil/alkali interaction called "emulsification» to alkali / rock interaction called "wettability alteration", and to precipitation caused by mixing of the injected alkaline solution with the hardness ions in reservoir water. Any or all of these mechanisms can operate in a particular application (1) as follows :

Alkali/oil reactions

It is generally accepted that the interaction of alkaline agents with components of the crude oil produce surface-active materials.

The oil components responsible for this interaction have been identified primarily as carboxylic acids and to a lesser extent as carboxyphenols, porphyrins, or asphaltene fractions. There is no single definitive criterion for crude oil properties needed for alkaline flooding.

A minimum crude oil acid number needed for successful alkaline flooding has been proposed by several investigators. While the presence of some naturally occuring acids appears to be a requirement for successful alkaline flooding no direct correlation has been observed between the acid number of the oil and the magnitude of the enhanced oil recovery (2).

Alkali/water reactions

The primary reaction of the alkali with the reservoir's water is to reduce the activity of multivalent cations such as calcium and magnesium in the oilfield brines. Upon contact of the alkali with these ions, precipitates of calcium and magnesium hydroxide, carbonate, or silicate may form depending on PH, ion concentrations temperature, etc. If properly located, these precipitates can cause diversion of flow within the reservoir, leading to better contact of the injected fluid with the less permeable, less flooded flow channels. This reaction may contribute ot improve oil recovery. Also, this reduction of reservoir brine cation activity will lead to more surfactant activity resulting in

* Department of Petroleum Engineering Faculty of Petroleum and Mining Engineering, Sucz Canal University.

As for cooling towers the initial dose also resulted in a decrease in hardness to the required standard (Figure 5) and that residual PO_4 ion concentration affects both TA and TAC values (Figures 6 and 7). The treatment was stopped for about 14 weeks as cooling towers usually shut-down during winter for maintenance.

5. CONCLUSION:

1. It is not possible to adjust the exact dose of chemicals to be added if the equipment is not on a steady state operation.
2. The dosing rate has to be adjusted according to the analysis of water.
3. Continuous observation from the operator is necessary if a good useful treatment is needed.
4. A good co-operation between the scientist and the equipment operator is necessary if we want to solve the problems in a scientific way.

NOMENCLATURE

pH Hydrogen Ion Concentration

TH Total Hardness ppm $CaCO_3$

TDS Total Dissolved Solids ppm

TA Total Alkalinity ppm $CaCO_3$

TAC Complete Total Alkalinity ppm CaCO3

PO_4 Phosphate Ion Concentration ppm

SO_3 Sulphite Ion Concentration ppm

REFERENCES

1. Khater, E.M.H.
Paper presented at 1st Water Treatment Technology Seminar, Abu Qir Fertilizer and Chemical Industries Co., Alexanderia 1-2 June 1983.

2. Spencer, G.R.
Jr. Chem. Eng., 90 (No. 19) 61-65 1983.

3. Ritter, R.B.
J. Heat Transfer Trans. ASME, 105 No. 2), 374-378, 1983.

4. Myenkar, K.V.
Chm. Eng., 90 (No. 11), 85-86, 1983.

5. Van-Rosmalen, G.M.
Chem. Eng. Commun., 20 (No. 3-4), 209-233, 1983.

6. Sinden, A.J.
Corrosion Prevention Controle, 29(No 2), 15-18. 1982.

7. Protor, B., Kasen, B. and Bosinger, G.
ASME Pap 81 - WA /Fu - 3 for Meet Nov., 15-20, 1981.

8. Belan, F.I.
In : water Treatment' (Mir Publishers Moscow) 1981.

9. Anon
In Water Treatment for Industrial and Public Supply (E.F. Reid. ed.), Central Office of Information., London, 1971.

10. McCoy, J.W.
In : The Chemical Treatment of Cooling Water, Chemical Publishing Company, N.Y., 1974.

11. Lee, S.H. and Knudsen, J.G.
ASHRAE Transaction, 85 (Part 1) 281-382, 1979.

12. Pritchard, A.M.
Proceedings of Int. Conf. on Fouling of Heat Transfer Equipment, Rensselaer Polytechnic Institute, Troy, August 1979 (E.F.C. Somerscales and J. G. Knudsen, eds). Wemisphere., N. Y., 513-523, 1981.

13. Moffett, J.W.
J.A.W.W.A., 1255-1270, 1968.

14. Mapstone G.E.
Hydrocarbon Processing, 46 (No. 7), 165-166, 1967.

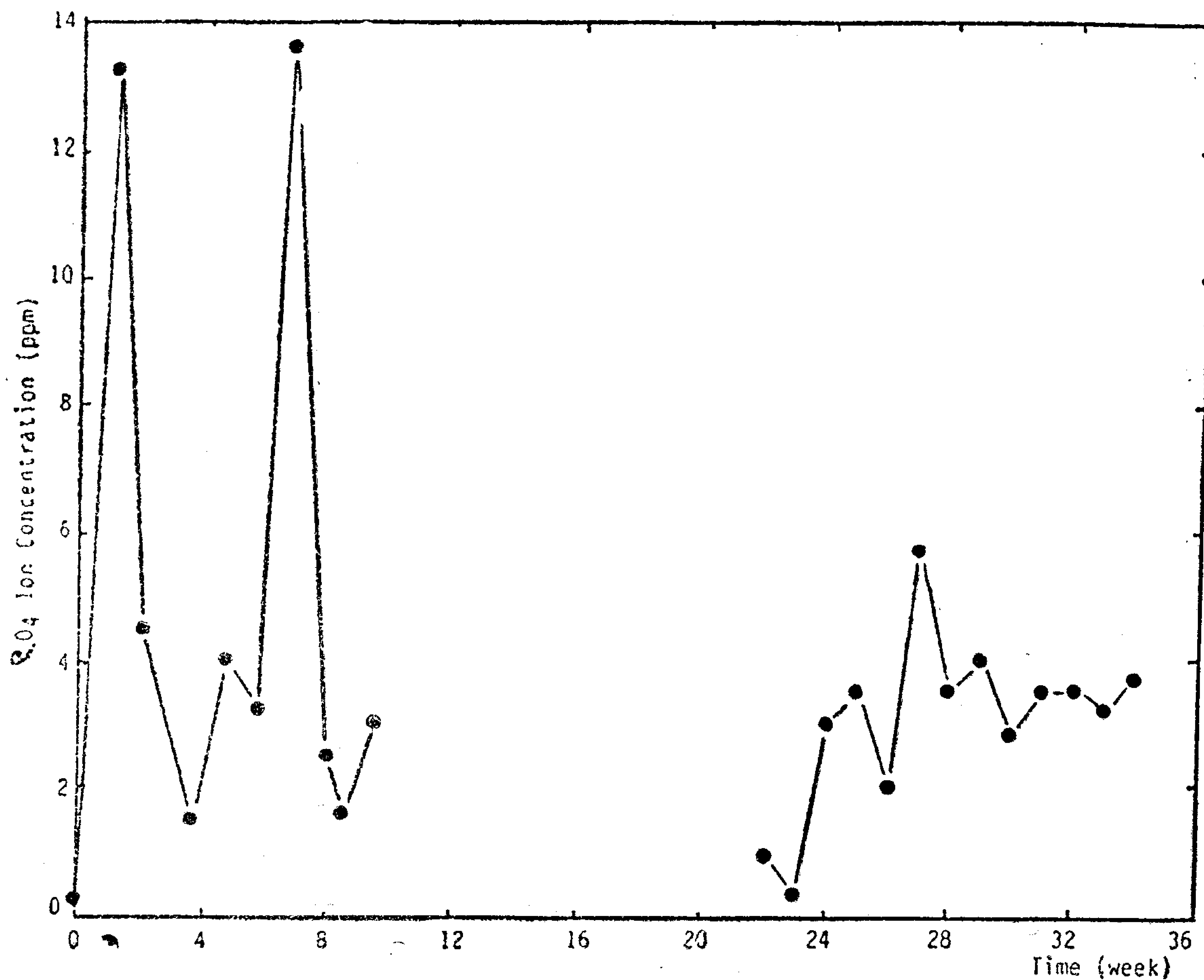


Figure 6. PO_4 Ion Concentration - Time Trend

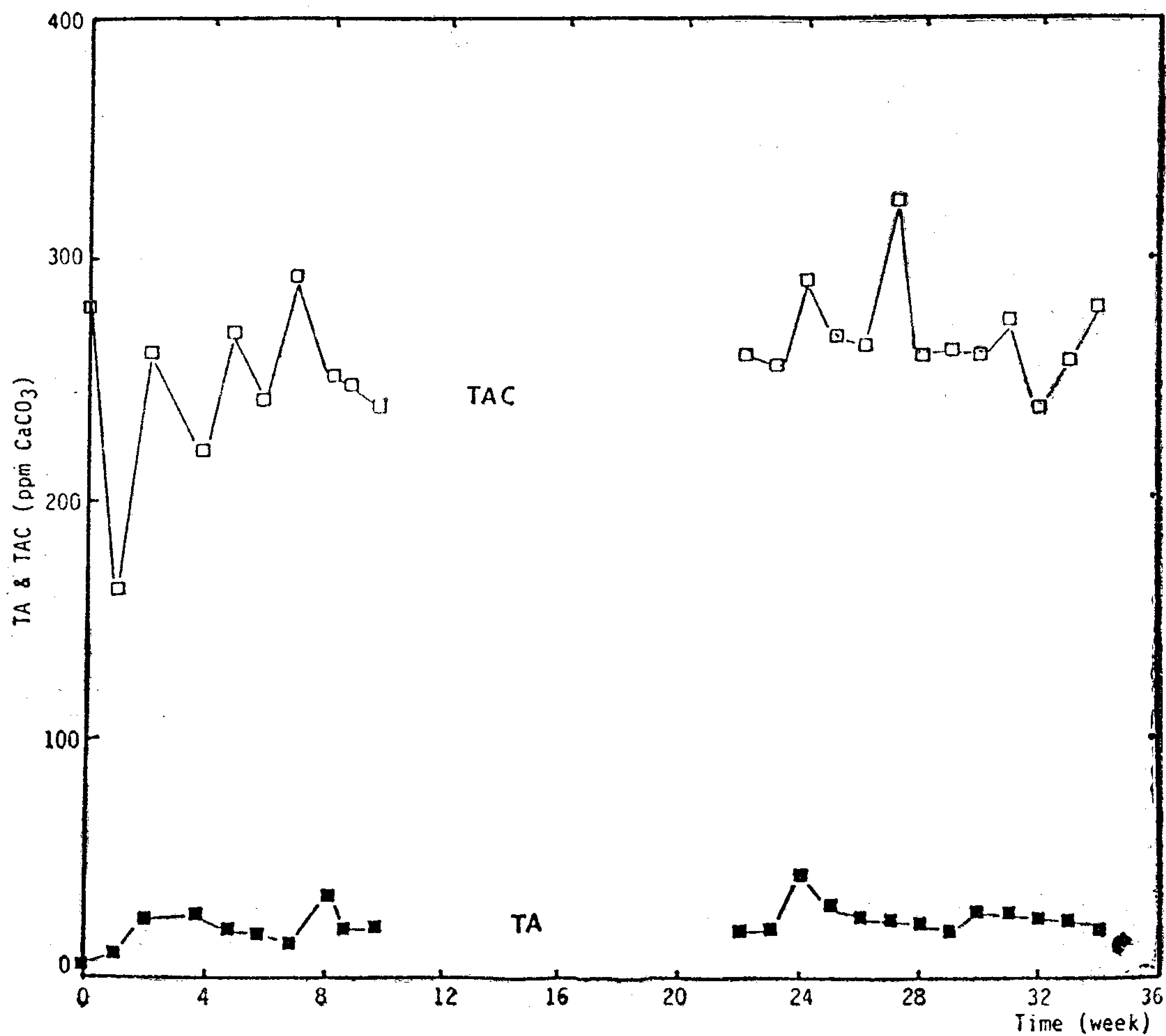


Figure 7. TA and TAC Trends With Time.

3.2. Definition of the Problem: Water samples taken has the following average analysis:

pH	7.5	TA	4
TDS	700	TAC	280
TH	496	PO_4	0.2

So also a treatment system has to be used to bring the water to the following standard specifications :

pH	8 — 9	TAC	400
TH	200 — 300	PO_4	Excess
TA	200		

3.3 Solution: After passing through the softener the feed water is filtered then treated chemically by sodium tripolyphosphate (Figure 1). At the beginning 50 liters of 40000 ppm sodium tripolyphosphate solution were admitted to the system once, then 175 ml/min of 500 ppm solution were started to be dosed through the system. Figures 5, 6 and 7 represents the pH, TH, TA, TAC and PO_4 trends with time during the treatment.

4. DISCUSSION :

It is clear that starting with high concentration solution as a shock dose for steam boiler units has resulted in a decrease in total hardness (Figure 2) and a residual sulphite (Figure 3.), so insuring no dissolved oxygen present. After reaching the required standard specification it is clear that even with constant dosing residual PO_4 and SO_3 ions oscillate around 25-50 ppm lines (Figure 3.) which in turn affect both TA and TAC values (Figure 4). The oscillation in PO_4 and SO_3 ions concentration is assumed to be due to the change in feed water specificatiin from day to day.

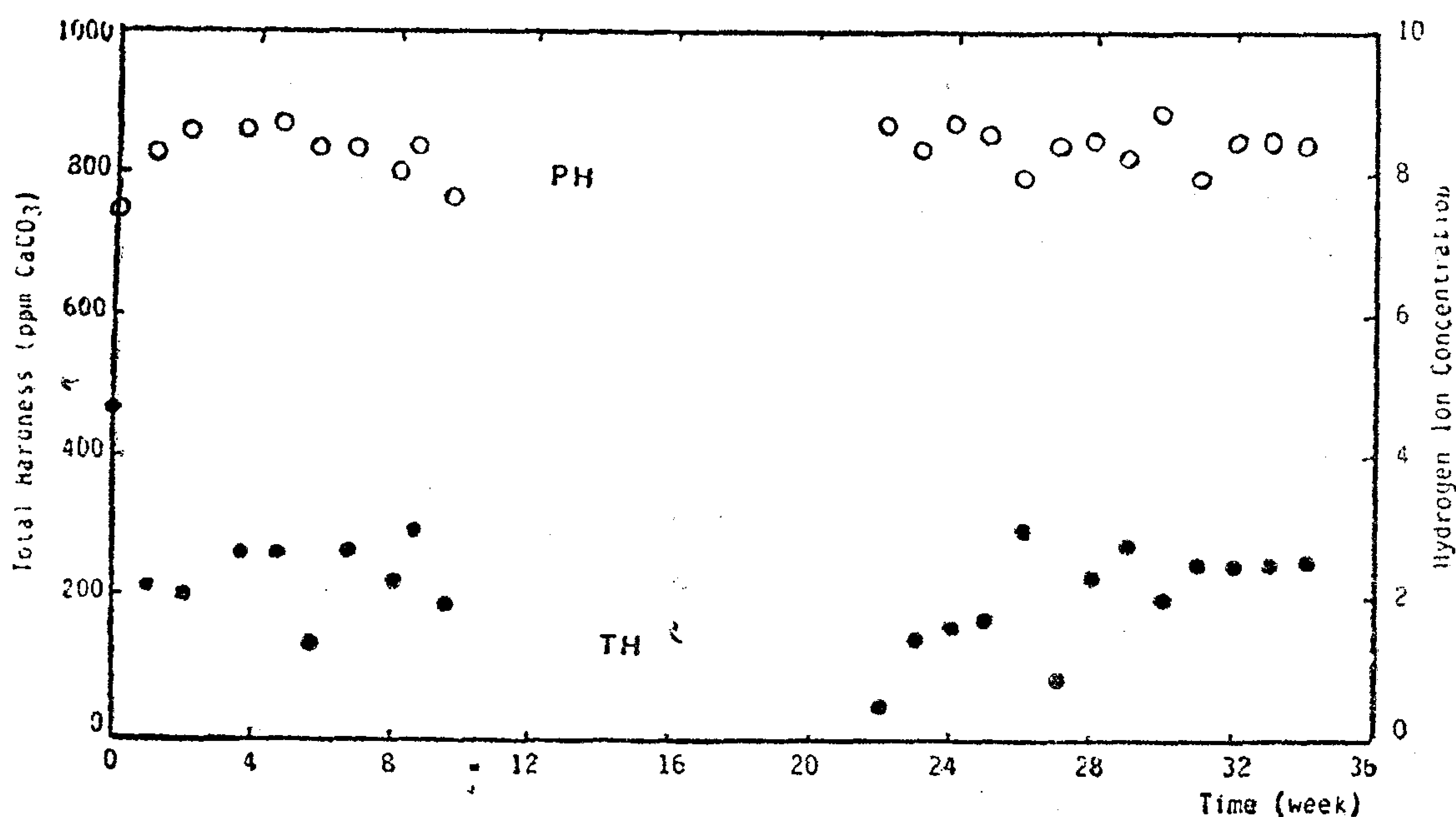


Figure 5. TH and pH Trends With Time

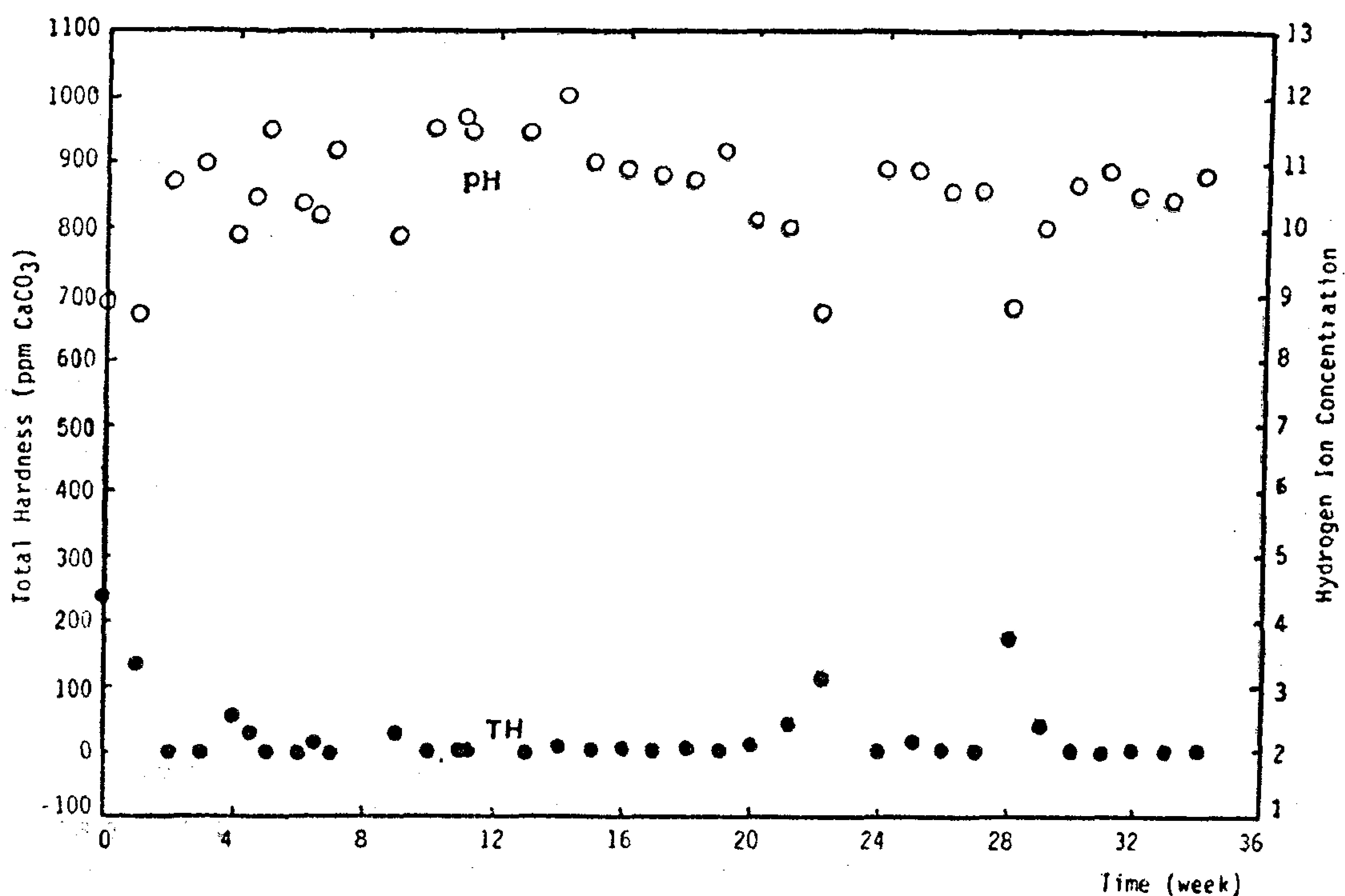


Figure 2. TH and pH trends with Time

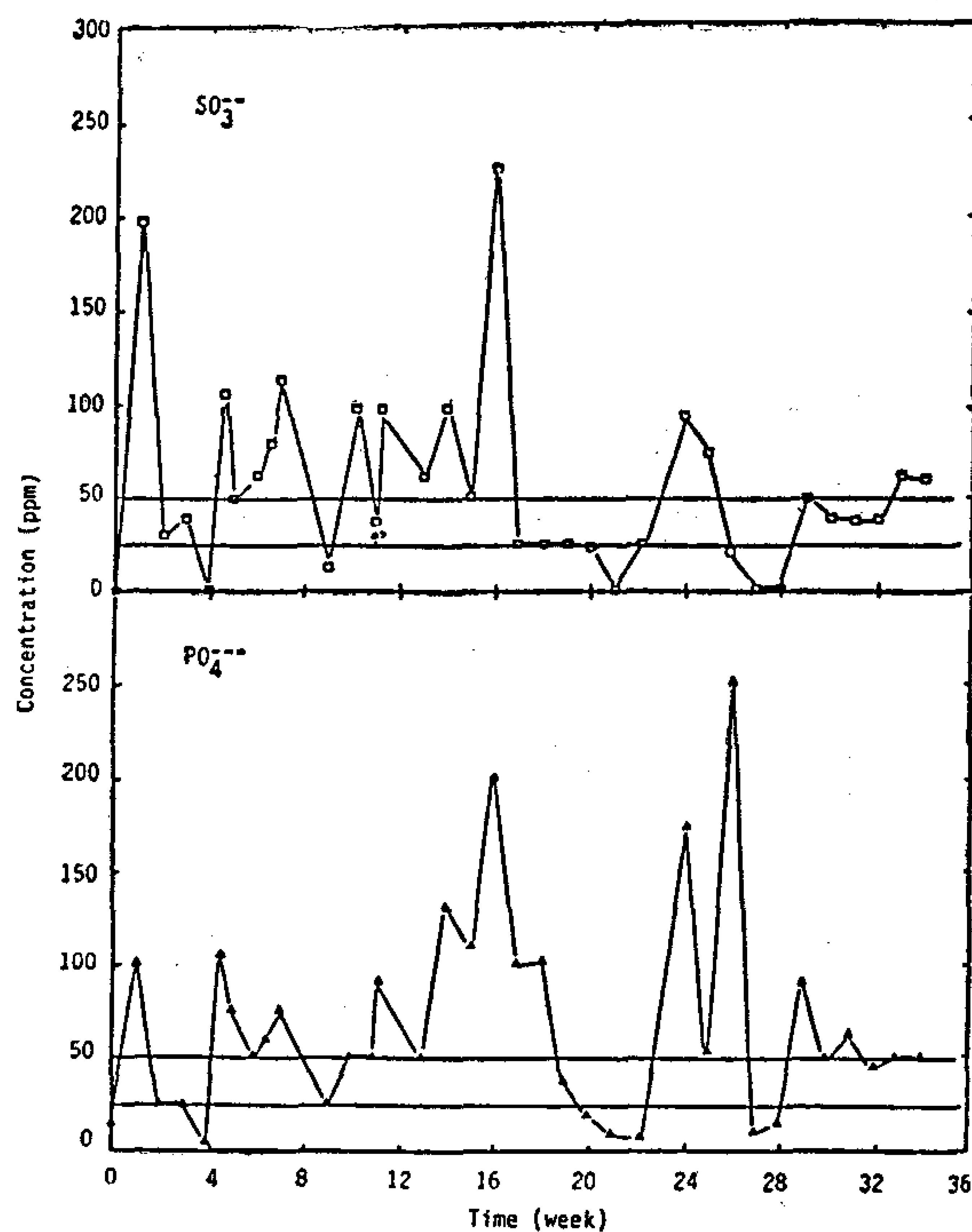


Figure 3. Residual PO4 and SO3 With Time.

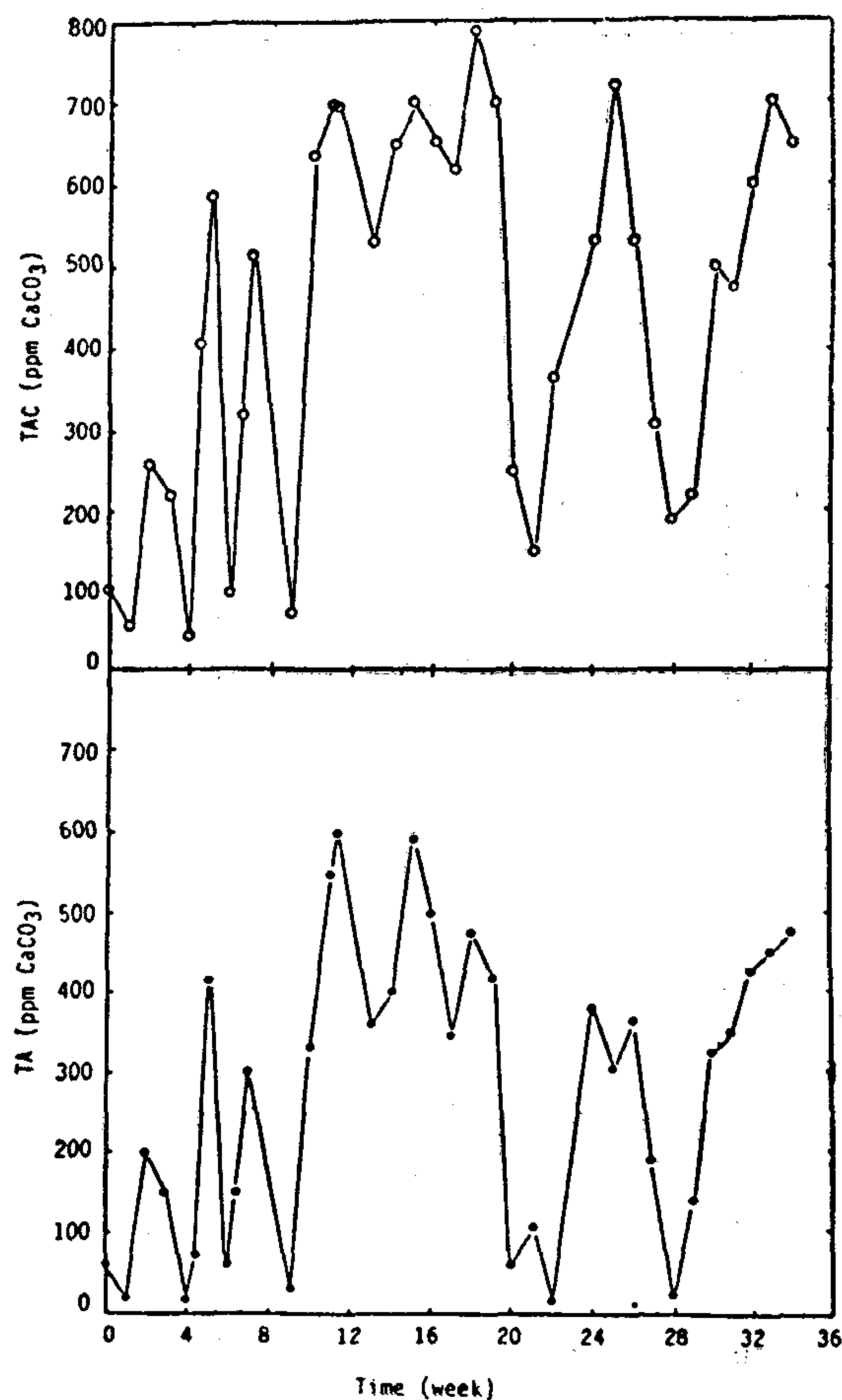


Figure 4. TA and TAC Trends With Time.

2. CASE HISTORY 1 :

2.1 Background : Two steam boilers ½ ton each are subjected to this investigation. Feed water has the following analysis :

pH	7.6	TH	280.0
Conductivity	1060.0	TA	0.0
TDS	608.0	TAC	225.0

2.2. Definition of the Problem : Samples from the boilers water side were found to have the following average analysis ;

pH	8.9	TA	60.0
Conductivity	5100.0	TAC	640.0
TDS	3400.0	PO_4	16.0
TH	340.0	SO_3	0.0

So a treatment system has to be used to bring the water analysis to the following standard specifications :

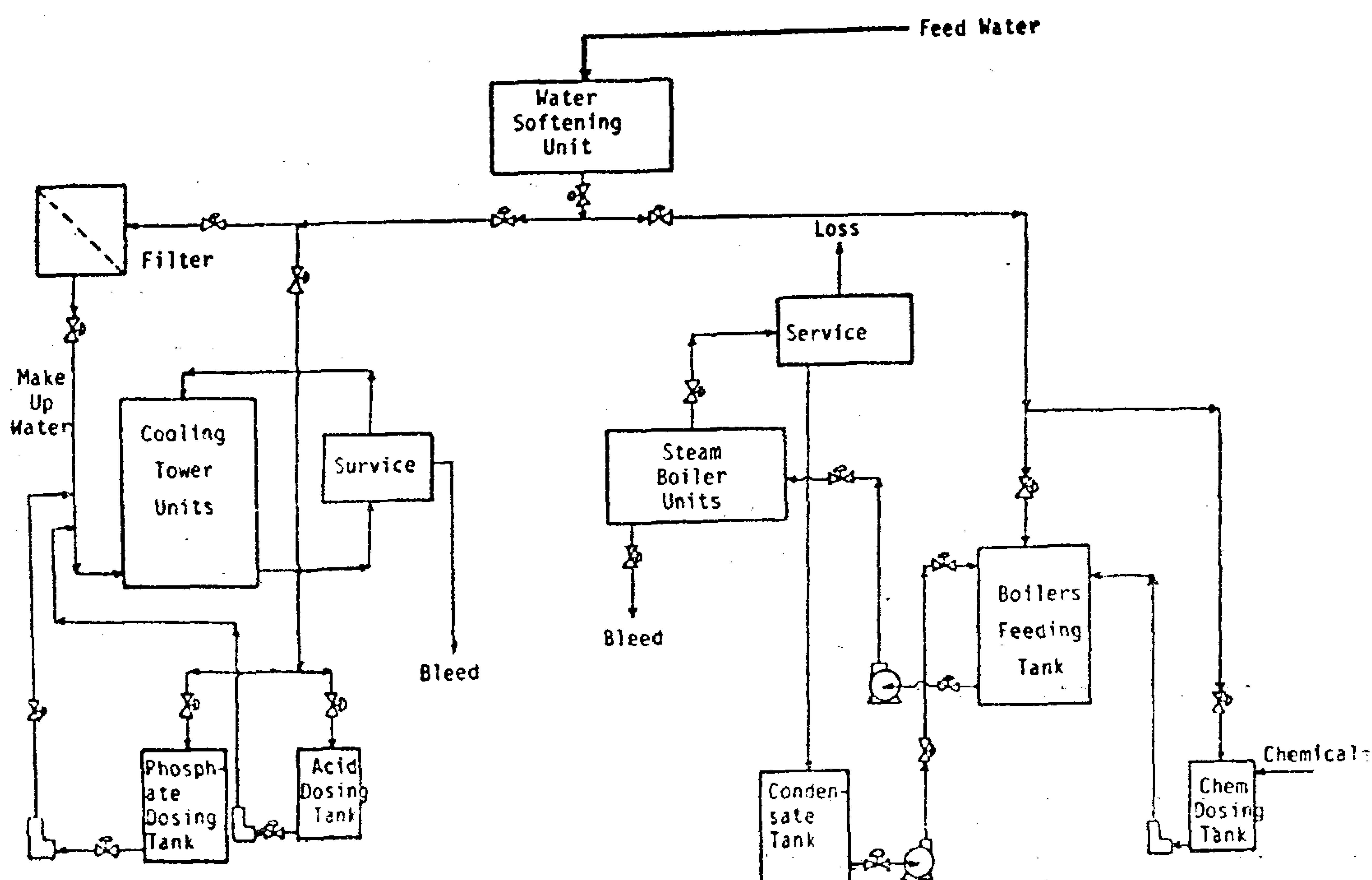
pH	10.5 - 11.5	SiO_2	Max. 300	ppm
TH	zero	Fe	0.1	ppm
TA	200 - 300	SO_3	35	ppm
TAC	300 - 600	PO_4	45	ppm

2.3. Solution: The treatment system (Figure 1) consists of two steps. The first step is passing the feed water through ion exchange softener then secondely an oxygen scavenger and a complexing agent are to be dosed to remove dissolved oxygen and to reduce hardness. For the first two weeds the dosing rate was 175 ml/min and at a concentration of 4000 ppm for both the sodium sulphite and sodium tripolyphosphate. The concentration was then decreased gradually with measuring both hardness, PO_4 and SO_3 concentration. Figures 2,3 and 4 represents the trends of pH. TH, TA, TAC, PO_4 and SO_3 and with time during the treatment.

3. CASE HISTORY 2:

3.1. Background: Four in door cooling towers using the same feed water as that for steam boiler are also to be investigated.

Figure 1. Schematic Diagram of Treatment System.



IN-SERVICE CHEMICAL TREATMENTOF BOILERS AND COOLING TOWERS FEED WATER

By

E.M.H. Khater* and A.N. Mahdy**

ABSTRACT :

The use of water in industrial water systems as steam boiler units and cooling tower systems is associated with a number of difficulties arising for the most part because water contains substances capable of disturbing normal operation by scaling and fouling of the heat transfer surfaces; erosion and corrosion of the system materials.

This paper represents a real experience in the chemical treatment of feed water to both boiler units and cooling tower systems. Water main specifications such as TH, TA, TAC and pH are illustrated as a function of time during the treatment. It is shown that if normal operation of a system and low or no scales are needed a continuous treatment with suitable dose is necessary.

1. INTRODUCTION :

Many authors had reviewed the subject of water scaling or fouling from the point of view of water scaling tendency, scale forming compounds and their deposition mechanisms and the chemical and physical mwater treatment to reduce scaling (1-11). Economically Pritchard (12) estimated the cost of all types of fouling in U.K. depending on 1980 prices to be between £ 500 x 10^6 - £ 1000 x 10^6 per year. Looking at this cost figure which may be doubled by todays prices we conclude that reducing scaling or fouling is not only essential but is a must.

Coming to cleaning, two important question should be answered. Firstly, why do we do In-Service chemical treatment? scondly, At what concentration we are going to dose the chemical?. The answer to the first question lies in four major points as follows :

1. It produces clean equipment without the need for mechanical or acid cleaning.
2. It produces cleaner equipment than most mechanical cleaning.
3. It reduces equipment down-time.
4. An effective water treatment programme will allow a greater degree of water conservation.

Moffett (13) suggested that "if a small dose of a selected chemical did some good, then a larger dose ought to do better". To estimate an exact dose of a chemical Mapstone (14) has postulated a Nomograph to calculate the dose at which both oxygen scavenger and a complexing agent has to be added to boiler feed water to remove dissolved oxygen and hardness.

*Pilot Plant Lab., National Research Centre
**Chem. Eng. Dept., Fact. of Eng. Cairo Univ.

3. The rise of interface estimated for Sidi Kreir (Area 3) using the developed equation of 6.85 m is negarly equal to 6.80 m estimated for the sand dunes in Qasr area (Area 2). This is because the fresh-water lenses in the north-western coastal zone are formed under similar geological, lithological and topographical conditions. o

4. The agreement may be considered satisfactory regardless of the approximate nature of the equation.

According to the previous bases, the the developed equation may be considered reliable for predicting the rise of interface in favourable coastal areas.

REFERENCES

1. Raudkivi, A.J., et al (1976) : Analysis of Ground-Water flow. First Edition in (1976) by Edward Arnold (Publishers) Ltd, London, p. 171-184.
2. Frank, A., Jr. (1972) : Theory and Problems of Differential Equations. Problems of Differential Equations. McGraw-Hill International Company, New York, 281 p.
3. Evenson, R.E., (1959) : Geology and Ground Water Features of Eurka Area, Humboldt County, California. Geological Survey Water-Supply Paper 1470, p. 19-39.
4. Logan, J., (1964) : Estimating Transmissibility from Routine Production Tests of Water Wells. Ground Water, V-2, p. 35-37.
5. Ezat et al (1970) : Ground Water Resources in The North-Western Coastal Zone, A.R.E. Egyptian Mining and Petroleum Association, Scientific and Applied Studies on Ground Water in Egypt, I/B-3, Western Desert Area, p. 97-121.
6. Somaida, M.M., (1978) : A Study of The Fresh Water Aquifer of Sidi Krir Area. Ph.D. Thesis, Faculty Of Engineering, Cairo University, Petroleum Dept. A.R.E.

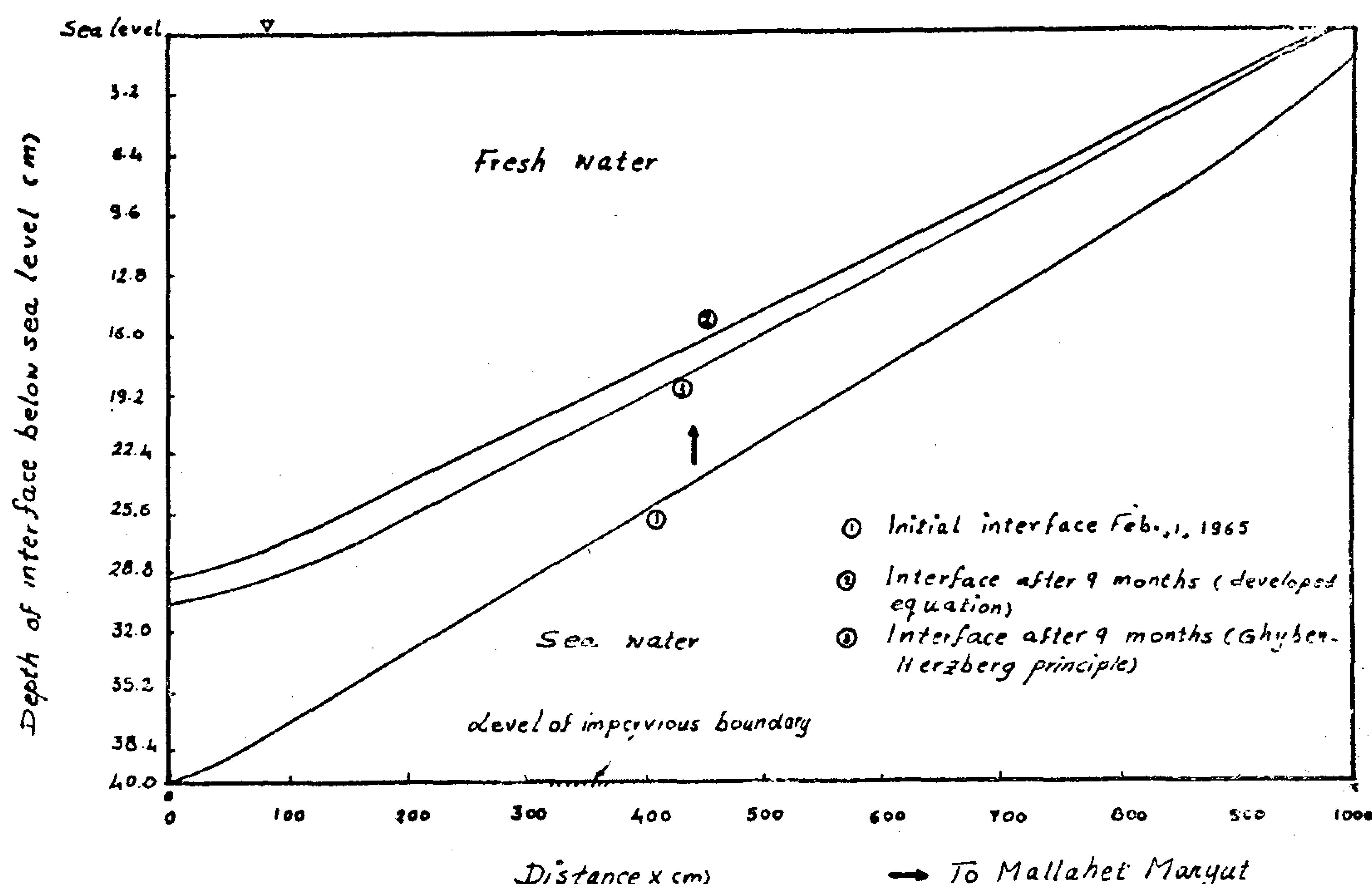


Fig.(9).Plotting of the fresh-salt water interface in Sidi Kreir after 9 months using the developed equation and Ghyben-Herzberg principle.

Correlation of the results in Table (4) and their plot in Fig. (9), indicates that there is a good agreement. On the average, L = 6.85 m and Δ h' = 5.80 m. This leads to believe that the developed equation is reliable for predicting the advance of interface in the coastal area of Sidi Kreir.

ANALYSIS AND CONCLUSIONS

A concise summary of the results for rise of interface using the developed equation and Ghyben-Herzberg principle for equation and the three selected areas are given in Table (5).

Table (5) : Rise of interface obtained using the developed equation and Ghyben-Herzberg principle for the three selected coastal areas.

Area	Rise of interface caused by natural discharge to the sea	
	L	Δ h'
(1)	109 ft	108 ft
(2)	6.80 m	6.00 m
(3)	6.85 m	5.80 m

Correlation of the results in Table (5) shows that:

1. Compared values are of the same order of magnitude and are nearly equal.
2. It is not necessary that the compared values must be exactly equal because the equation is developed assming a potential flow througy a porous medium, while Ghyben-Herzberg principle indicates a static condition.

Table (1) : Values of factor B as a function of distance x.

x(m)	B	x (m)	B
0	1.00	600	0.44
100	0.92	700	0.36
200	0.80	800	0.26
300	0.72	900	0.19
400	0.60	1000	0.12
500	0.52		

Table (2) : Values of L obtained using the developed equation

x (m)	B	B	L (m)
0	1.00	1.0000	10.73
100	0.92	0.9456	10.14
200	0.80	0.8620	9.25
300	0.72	0.8030	8.62
400	0.60	0.7113	7.63
500	0.52	0.6467	6.94
600	0.44	0.5695	6.11
700	0.36	0.5060	5.43
800	0.26	0.4072	4.37
900	0.19	0.3303	3.54
1000	0.12	0:2431	2.61

On the other hand, values for riseof interface ($\Delta h'$) for the same period and x distances are calculated using equation (7) which is based on Ghyben-Herzberg principle. The results are given in Table (3).

Table (3) : Values of $\Delta h'$ obtained using Ghyben-Herzberg principle.

x (m)	$\Delta h'$ (m)	x (m)	$\Delta h'$ (m)
0	9.6	600	5.2
100	8.0	700	4.8
200	7.2	800	4.4
300	6.4	900	4.0
400	6.0	1000	2.4
500	5.6		

A concise summary of the results for rise of interface using the developed equation and Ghyben-Herzberg principle isgiven in Table (4)

Table (4) : Values L and $\Delta h'$ using thedeveloped equation and Ghyben-Herzberg principle.

x (m)	L (m)	$\Delta h'$ (m)	x (m)	L (m)	$\Delta h'$ (m)
0	10.73	9.6	600	6.11	5.2
100	10.14	8.0	700	5.43	4.8
200	9.25	7.2	800	4.47	4.4
300	8.62	6.4	900	3.54	4.0
400	7.63	6.0	1000	2.61	2.4
500	6.94	5.6			

9) Reduction of ground-water flow dow ngradient is due to subsurface flow of fresh water to the underlying salt-base. This is associated with a reduction in the thikness of fresh-water region on going towards the discharge area.

10) The rate of flow of ground water per unit breadth of the aquifer at any distance x (Q) can be expressed in terms of the rate of flow upstream at x = O (Q) by the relation; Q = B Q , where B is a factor which accounts for the reduction in thickness of fresh-water region downgradient. It may be determined from the initial ground-water profile and Ghyben-Herzberg principle. The factor B decreases downstream and has the least value near the coast where the water table is near or at sea level and the ground-water gradient is very slight. Accordingly, equation (6) can be written in the form :

$$L = \left(\frac{3}{\sigma K_f}\,\frac{\gamma_f}{\gamma_s}\left(\frac{\gamma_f}{\gamma_s - \gamma_f}\right) B^2 Q_o^2\, t\right)^{\frac{1}{3}} \cdots \quad (9)$$

The available data from Sidi Kreir are σ = 0.385 from core-analysis, K_f = 9.4 m/day from aquifer tests, γ_f = 1 gm/cm3 and γ_s = 1.025 gm/cm3. The head of water upstream at x = O and t = O is one meter above sea level and the probable thickness of fresh-ground water lens is 40 m. For a gound-water gradient of 0.001, Fig. (8), then Q = 0.376 m3/ day/ m.

The factor B which accounts mfor the reduction in the thickness of fresh-water region on going towards the discharge area, is calculated by the help of the gound-water profile from water levels recoded in feb., 1, 1965, Fig. (8) and Ghyben-Herzberg principle. The calculated values of B as a function of distance x are given in Table (1).

To simplify calculations, equation (9) may be put in the form :

$$L = \left(\frac{3}{\sigma K_f}\,\frac{\gamma_f}{\gamma_s}\left(\frac{\gamma_f}{\gamma_s - \gamma_f}\right) Q_o^2\, t\right)^{\frac{1}{3}} B^{\frac{2}{3}}$$

or $L = L_o\, B^{\frac{2}{3}} \cdots\cdots (10)$

where Lo is the rise of interface at x= O after a tie t. It is calculated for Sidi Kreir and found 10.74 m. This figure represents the rise of interface at the center of th lns aftr 9 monhs. Values of L determined as a function of x using equation (10) are given in Table (2).

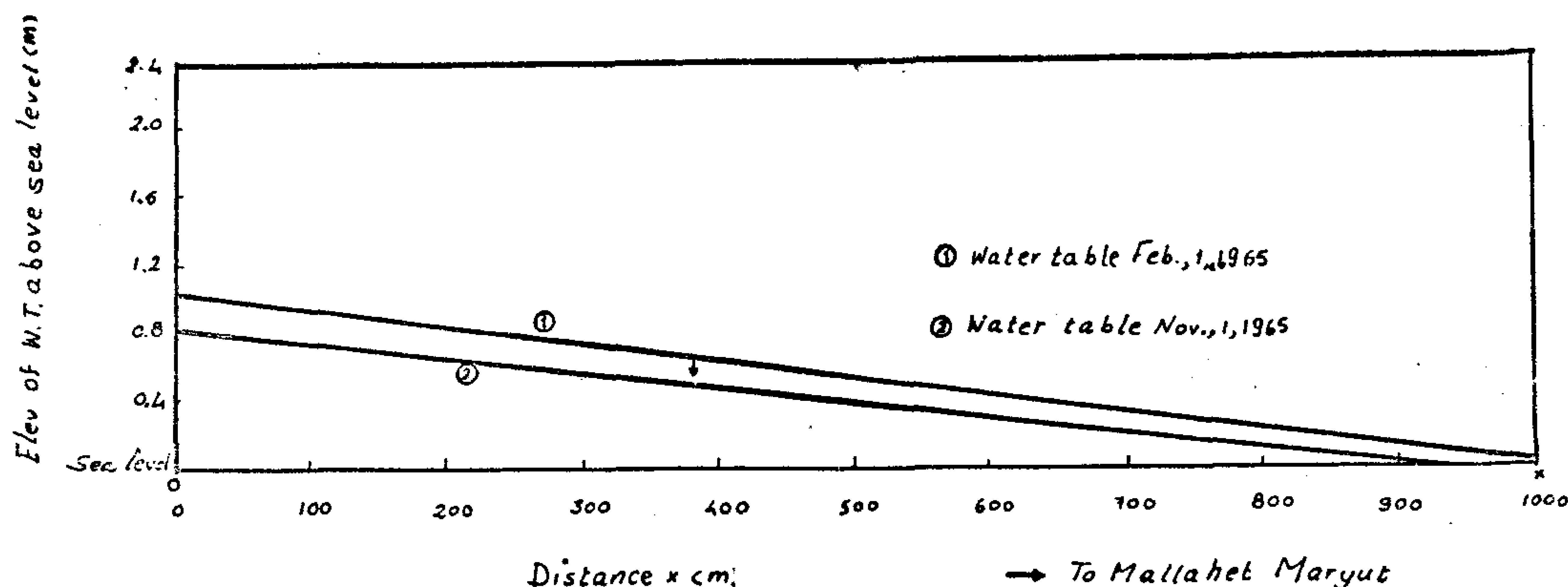


Fig.(8). Ground-water profiles in Feb. and Nov., 1, 1965, Sidi Kreir area.

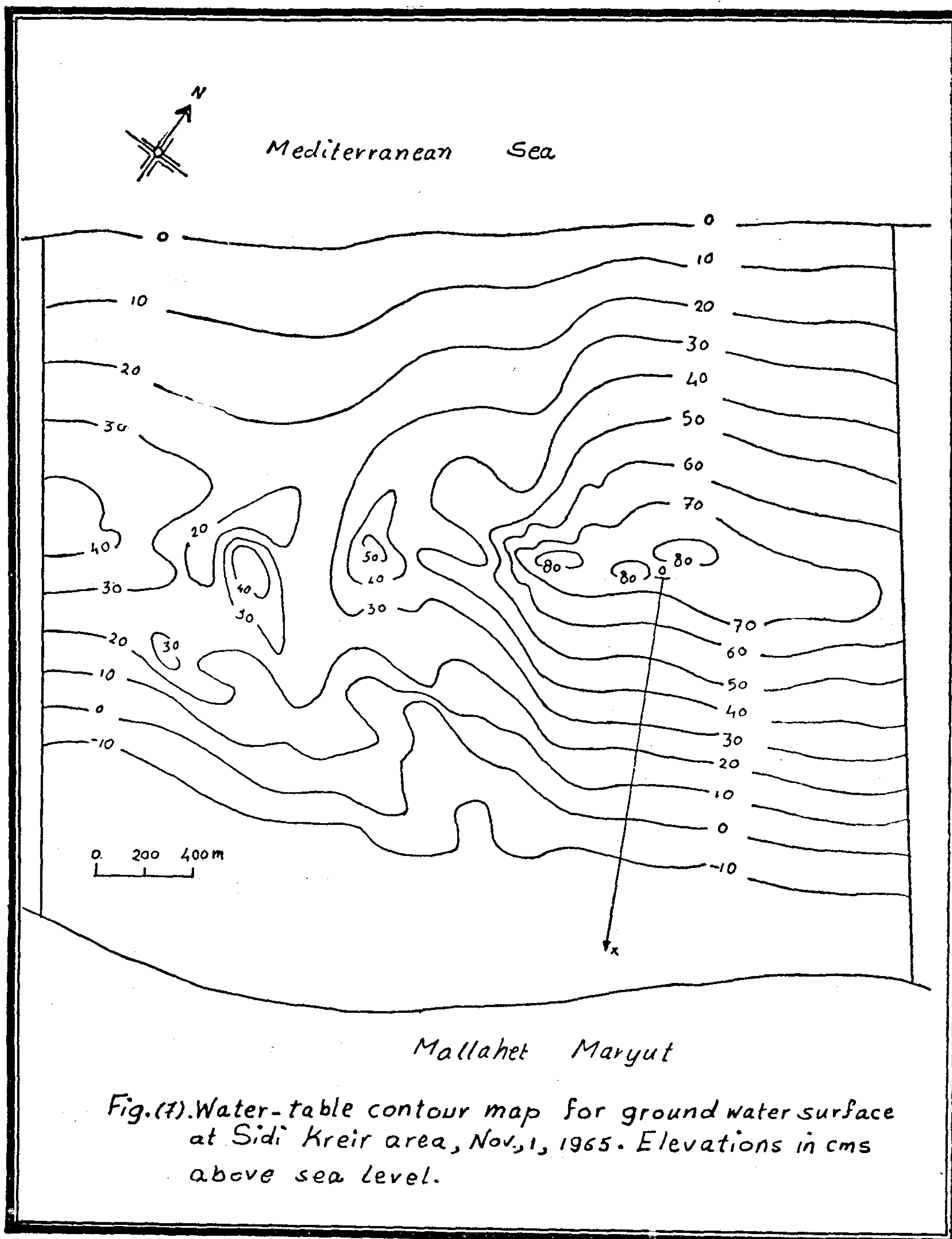


Fig.(7). Water-table contour map for ground water surface at Sidi Kreir area, Nov., 1, 1965. Elevations in cms above sea level.

the upper boundary of massive limestone which serves as an impervious boundary for the upper fresh aquifer. Its depth is about 40 m below sea level, Ref. (6).

7) The x-direction is represented by a profile extending downstream from the center of the lens which is taken as the origin, to the south paralled to the direction of ground-water flow to Mallahet Maryut, Fig. (6).

8) Calculations are tried on locations in the x-direction and values of x are measured from the origin with an equal spacing of 100 m.

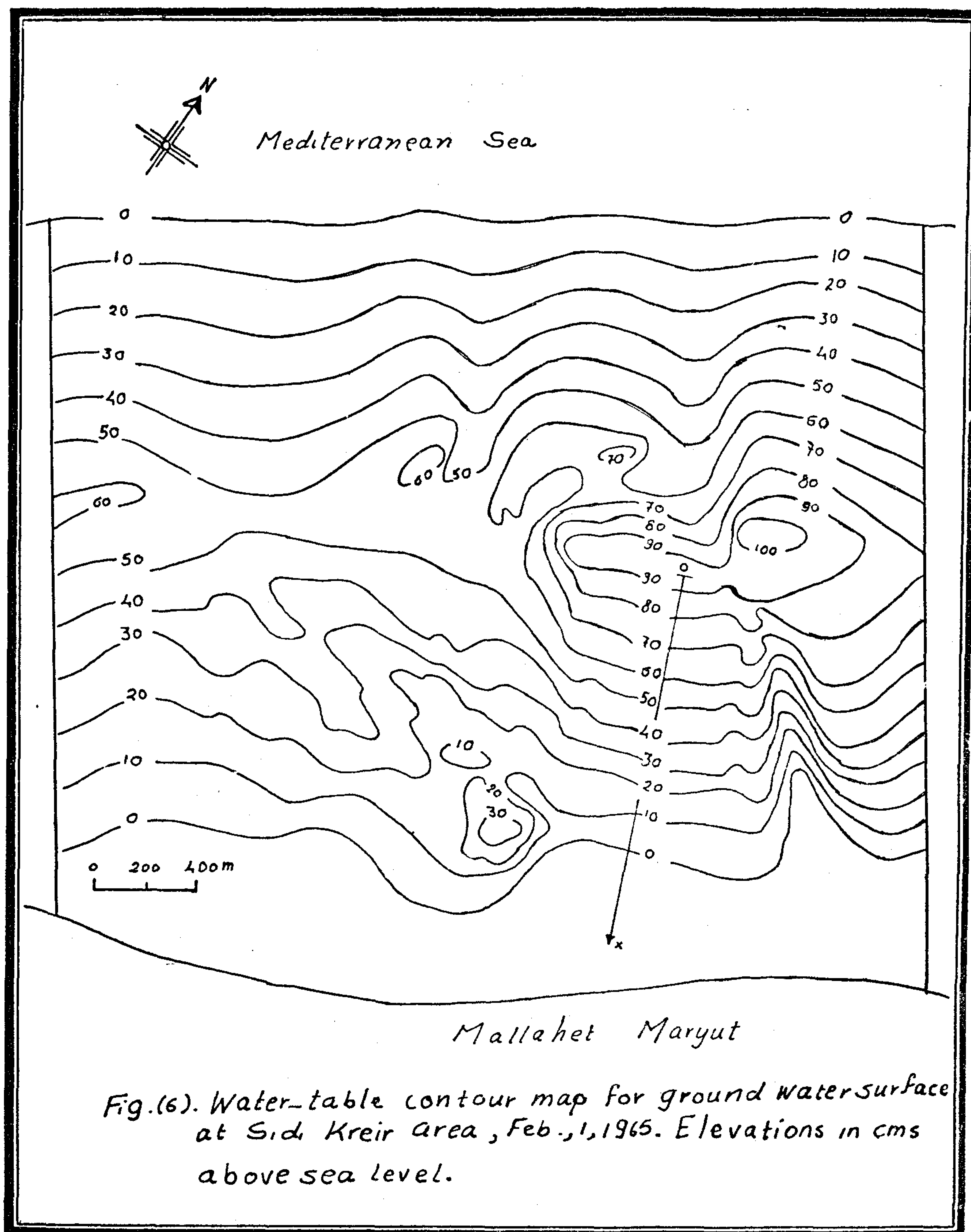


Fig. (6). Water-table contour map for ground water surface at Sidi Kreir area, Feb., 1, 1965. Elevations in cms above sea level.

1) The aquifer is homogenous and isotropic.

2) The thickness of the transition zone between reshf and salt water is neglected.

3) Seasonal decline of water levels takes place from february to november (9 months).

4) The initial interface at t = 0, exists between fresm and salt water after the end of high rainfall in february.

5) The tide rise and fall are neglected.

6) Datum to which heights of interface are related, is the horizontal plane touching the apex of interface. Geologically, this datum is represented by

february to november. If the decline in water level in the same period averages 0.1 5m, then using equation (7), the rise of interface according Ghyben-Herzberg principle will be 6 m.

Aea (3) :

It includes the coastal unconfined aquifer of idi Kreir, west of Alexandria, Egypt, Fig. (4). The aquifer is recharged downward through carbonate rocks of from rainfall, a large part of it percolates Pleistocene age to become fresh-ground water which floats upon the underlying sea water in accordance with Ghyben-Herzberg principle, Fig. (5). The Thickness f fresh water depends on the amount of recharge to the aquifer and level of rreash water above sea level.

In Sidi Kreir area, most of recharge from rainfall occurs from october to february. This is associated with a rise in the water table and the ground-water gradient is relatively steep in February, Fig. (6). As fresh water discharges naturally into the sea and Mallahet Maryut, the water table drops and the ground-water gradient is relatively slight in november just before the beginning of the next rainy season, Fig. (7). This leads to an advance in the fresh-salt interface. This advance will be calculated using the developed equation. To simplify calculations, the following assumptions are considered:

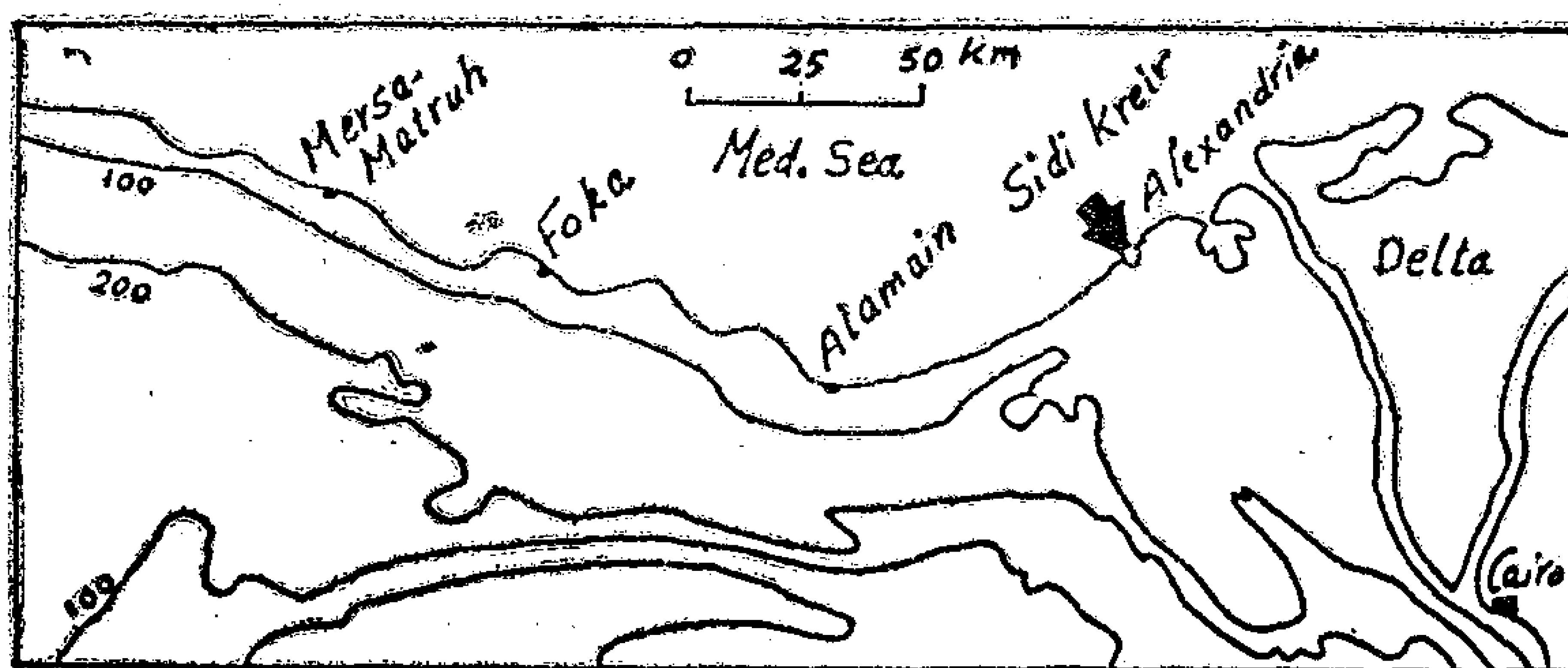


Fig.(4). Index map showing the north-Western coastal zone, Egypt.

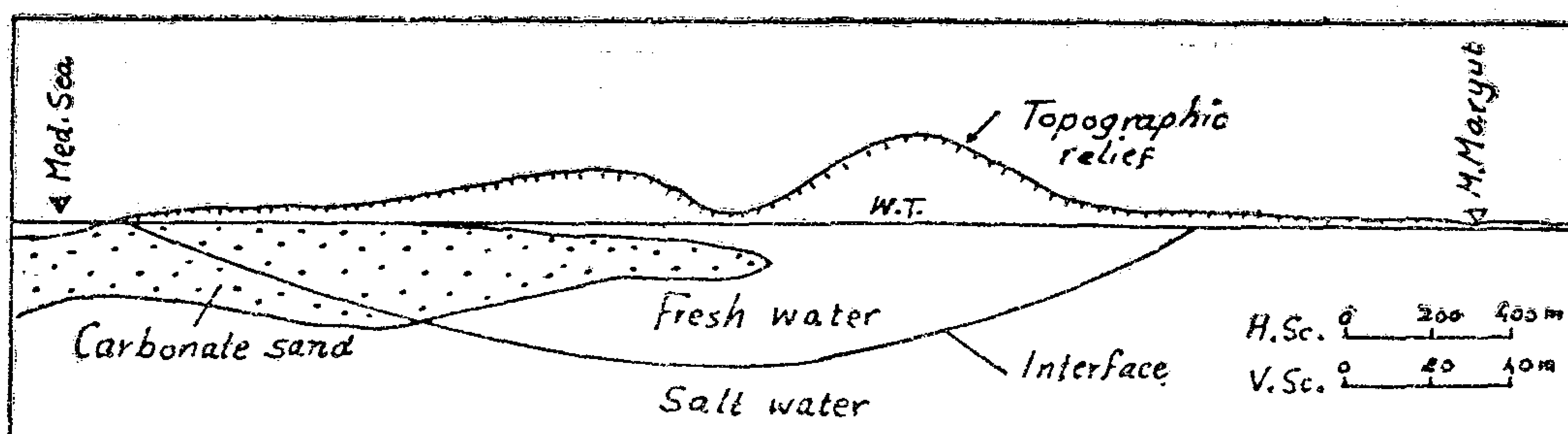


Fig.(5). Cross section showing the fresh-water lens floating on top of sea water in Sidi Kreir area.

cation of the porosity is the specific yield which is 0.19. Assuming a value of specific retention of 0.1, the porosity may be taken 0.3, which is reasonable fr alluvium. An indication of transmissivity is the specific capacites of productive wells in the alluvium which range from 20 to 350 350 gpm per foot of drawdown, Ref. (3). An approximate expression derived by logan (1964), Ref. (9), can be be used to determine transmissivity from the specific capacity of a well :

$$T = 1.22\ Q/s \quad \ldots\ldots\ \ldots \qquad (8)$$

where T is the transmissivity in $ft^3/day/ft$ and Q/s is the specific capacity of well in $ft^3/day/ft$. If the specific capacities of wells penetrating the alluvium average 180 gpm/ft, then T = 42163 $ft^3/day/ft$. The maximum thickness of alluvium overlying older impermeable deposits in the aea is nor known, but it can be assumed extending through the zone of saturation which is about 350 ft, Ref. (3), Table (1). Therefore, the hydraulic conductivity of the alluvium is probably 120 ft/day.

Substituting the values of parameters in equation (6), then L = 109 ft from spring to autumn. In the same period, the decline of water level caused by natural dischange to the ocean is 2.7 ft. Using equation (7), the rise of interface according to Ghyben-Herzberg principle would be 108 ft.

It includes the fresh-water lens formed in the sand dunes of Qasr area, Mersa-Matruh, north-western coastal zone, Egypt, Fig. (4). They are marked by a strip of coast of beach sands and wind-blown sands. The sand dunes are recharged from the percolation of ainfall. The catchement depressions which oprvide topography of the dunes forms natural sufficient water for percolation. Fresh water being slightly lighter than sea water, tends to float upon sea water in accordance with Ghyben-Herzberg principle.

The discharge from the coastal-sand dunes takes place by evaporation from water table, evapotranspiration nd by subsuface outflow to the sea and Mallahats located south the sand dunes. After rechharge, elevation of water table is usually one meter or more above sea level. By discharge, the elevation may be several cms above sea levl, but in most cases the water table is elevated above sea level, Ref. (5).

The transmissivity of the sand dunes from aquifer tests ranges from 30 0to 700 $m^3/day/m$. On the average can be taken 500 $m^3/day/m$. The static head of water in Qasr area averages 0.6 m above sea level, Ref. (5), Table (34). For a groundwater gradient of 0.0006, then Qf = 0.3 $m^3/day/m$. The thicksess of fresh water above sea level is commonly 0.5 the probable thickness of fresh-ground water lens is 20 m and the average hydraulic conductivity is 25 m/day. The porosity of these sands mcan be taken 0.35. The period of discharge is from february to november (9 months).

Substituting the values of parameters in equation (6), then L = 6.8 m from

It includes the coastal plain of the lower Eel valley which borders the Pacific ocean aong the north-east trending coastline, Humboldt County, U.S.A., Fig. (3) and Ref. (3). The ground-water reservoir occurs in the alluvium underlying the area which is of recent age. A large part of precipitation percolates downward to become ground water floating on salt water in accordance with Ghyben-Werzberg principle. To avoid sea-water encroachement, the level of ground water in the area is not allowed to reach the sea level, Ref. (3).

Freshground water in the area is discharged by natural and artificial means. Artificial discharge is considered to be the pumpage from the wells, while most of natural discharge of ground water is by subsurface outflow to the ocean. The water level contours, Fig. (3) shows that ground water generally flows from the area towards the coast. No data are available to estimate the magnitude of natural discharge in the area. An indication for it may be obtained from the numerical difference between pumpage and the esti--mated depletion of storag. Duning 1952, the seasonal decline of the water level from spring to autumn in the area averages 5 ft, (3). With overall smpecific yield of 0.19 and an area of about 6600 acres, the net depletion of ground water in storage is 6270 acre-ft. This figure is larger than the actual pumped water in the area 2860 acre-ft in 1952. The difference of about 3412 acre-ft is the total natural discharge to the ocean which has an averge decline of water level of 2.7 ft. For an average breadth of the aquifer of 2.7 miles normal to the direction of flow, Fig. (3), then $Qf = 38.6$ ft^3/day/ft.

The alluvial deposits in the area consist of clay, sandy clay, sand and gravels. No data are avilable about the reservoir character istics of the aquifer. An indi-

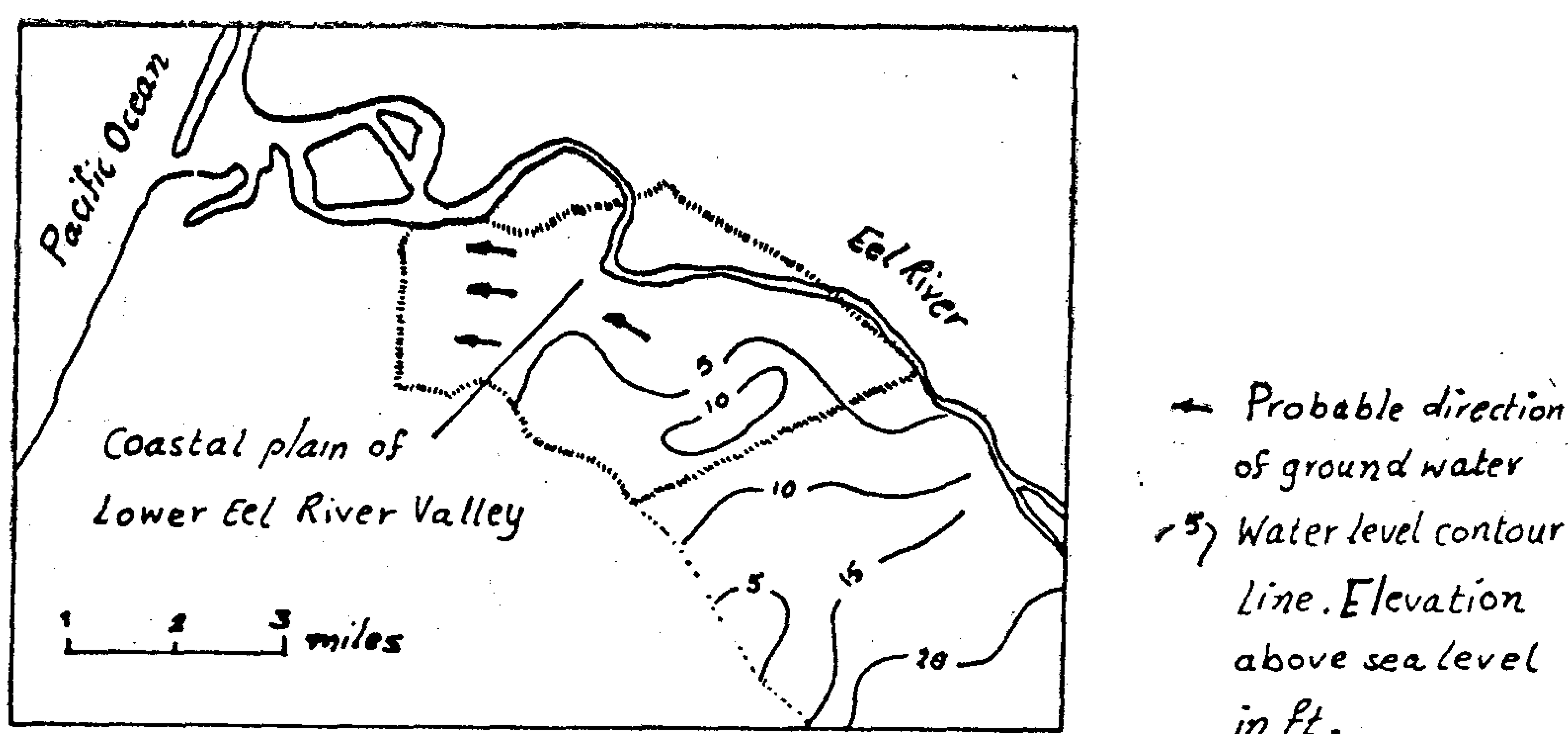


Fig.(3). A map showing the coastal plain of the Lower Eel River Valley associated with water level contours. (Ref. 3).

equations. Combining them, the following equation is reached :

$$\sigma z_t = - \frac{\gamma_s}{\gamma_f^2} K_f (\gamma_s - \gamma_f) z_x^2 \cdots\cdots (2)$$

In the same time, equation (2) can be simply reached from equation (1) because the second derivative z_{xx} defining the rate of change in slope of interface in equation (1) is very small and negligible in coastal unconfined aquifers.

Physically, the minus sign in the right -hand side of equation (2) means that, the slope of interface decreases as it rises upward. Then, equation (2) canbe safely written in the following differential form :

$$\frac{\partial z_i}{\partial t} = \frac{\gamma_s}{\sigma \gamma_f^2} (\gamma_s - \gamma_f) K_f (\frac{\partial z_i}{\partial x})^2 \cdots\cdots (3)$$

Using the parabolic equation of interface given b yRef. (1) to evaluate the slope of interface of equation (3), the following equation is reached:

$$(z_o - z_i)^2 \frac{\partial z_i}{\partial t} = \frac{1}{\sigma K_f} \frac{\gamma_f}{\gamma_s} (\frac{\gamma_f}{\gamma_s - \gamma_f}) Q_o^2 \cdots\cdots (4)$$

where Q o is the flow rate per unit breadth of equifer upstream at $x = 0$ and $t = 0$. As z_i is a function of t only, then using total derivative in place of the partial derivative and integrating between the limits, at $t = 0$, $z_i = 0$ and at $t = t$, $z_i = L_o$ with z_o being the constant sea-water head, Fig. (2), then the solution of equation (4) is:

$$L_o = (\frac{3}{\sigma K_f} \frac{\gamma_f}{\gamma_s} (\frac{\gamma_f}{\gamma_s - \gamma_f}) Q_o^2 t)^{\frac{1}{3}} \cdots\cdots (5)$$

Both sides of equation (5) have the dimensions of length and the parameter L_o represents the rise of interface at the origin, Figè 2), after a time t. Downgradient towards the sea, equation (5) can be applied in the following form :

$$L = (\frac{3}{\sigma K_f} \frac{\gamma_f}{\gamma_s} (\frac{\gamma_s}{\gamma_s - \gamma_f}) Q_f^2 t)^{\frac{1}{3}} \cdots\cdots (6)$$

where Q_f is the flow rate of fresh water per unit breadth of the equife at $x > O$ and L is the corresponding rise of interface after a time t.

Equations (5) and (6) are based on the following assumptions:

1. The aquifer is homogeneous and isotropic.
2. The interface between fresh and salt water in the aquifer is quiet sharp and the thickness of the transiton zone can be ignored, Ref(1).
3. The flow in the aquifer is assumed is assumed horizontal, i.e., slight ground-water gradient and the aquifer is underlian by an impervious boundary.
4. The developed equation should be applied after the seasonal decoline of water levels, i.e., with nearly no precipitation.
5. The developed equation is used to determine the rise of interface caused by subsurface outflow to the sea only.
6. Ground-water levels are not below sea level.
7. The rise and fall of tide are neglected.
8. The estimated values for rie of interface using the developed equation are checked against those obtained using Ghyben-Herzberg principle which is modified to have the from :

$$\Delta h = (\frac{\gamma_f}{\gamma_s - \gamma_f}) \Delta H \cdots\cdots (7)$$

where ΔH is the drop in water table in a time t and $\Delta h'$ is the corresponding rise of interface in the same time t.

APPLICATION

The developed equation is applied on aquifers yielding unconfined water in the following coastal areas.

Area (1) :

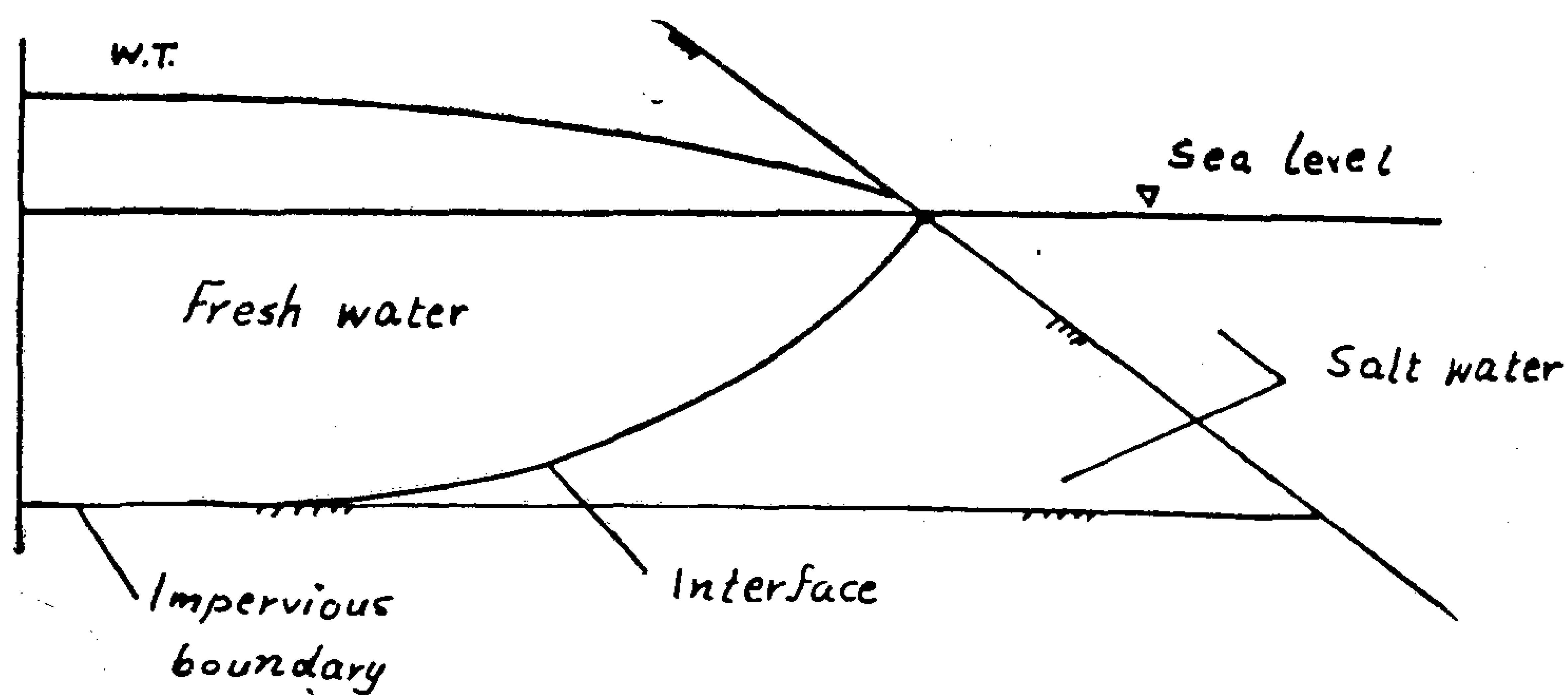


Fig.(1). Definition sketch showing salt-water intrusion into an unconfined aquifer.

$$K_f\left(\frac{\gamma_s-\gamma_f}{\gamma_f}\right)(h-z_i)\,z_{xx} = \sigma z_t + \frac{\gamma_s}{\gamma_f^2}K_f(\gamma_s-\gamma_f)\,z_x^2 \quad \dots\dots(1)$$

where K_f = hydraulic condutivity of fresh aquifer, γ_s = density of sea water, γ_f = density of fresh water ∂ = average porosity of aquifer and t = time.

Also, $z_{ts} = \partial z_i / \partial t$, $z_x = \partial z_i / \partial x_i = z_{xx} = \partial^2 z_i / \partial x^2$ and x, t are independent variables. Equation (1) is a non-linear partial differential equation of the second order. To solve this equation, one possible method is discussed in Ref. (2) for a given non-linear partial differential equation of order two, depending on writing Monge's

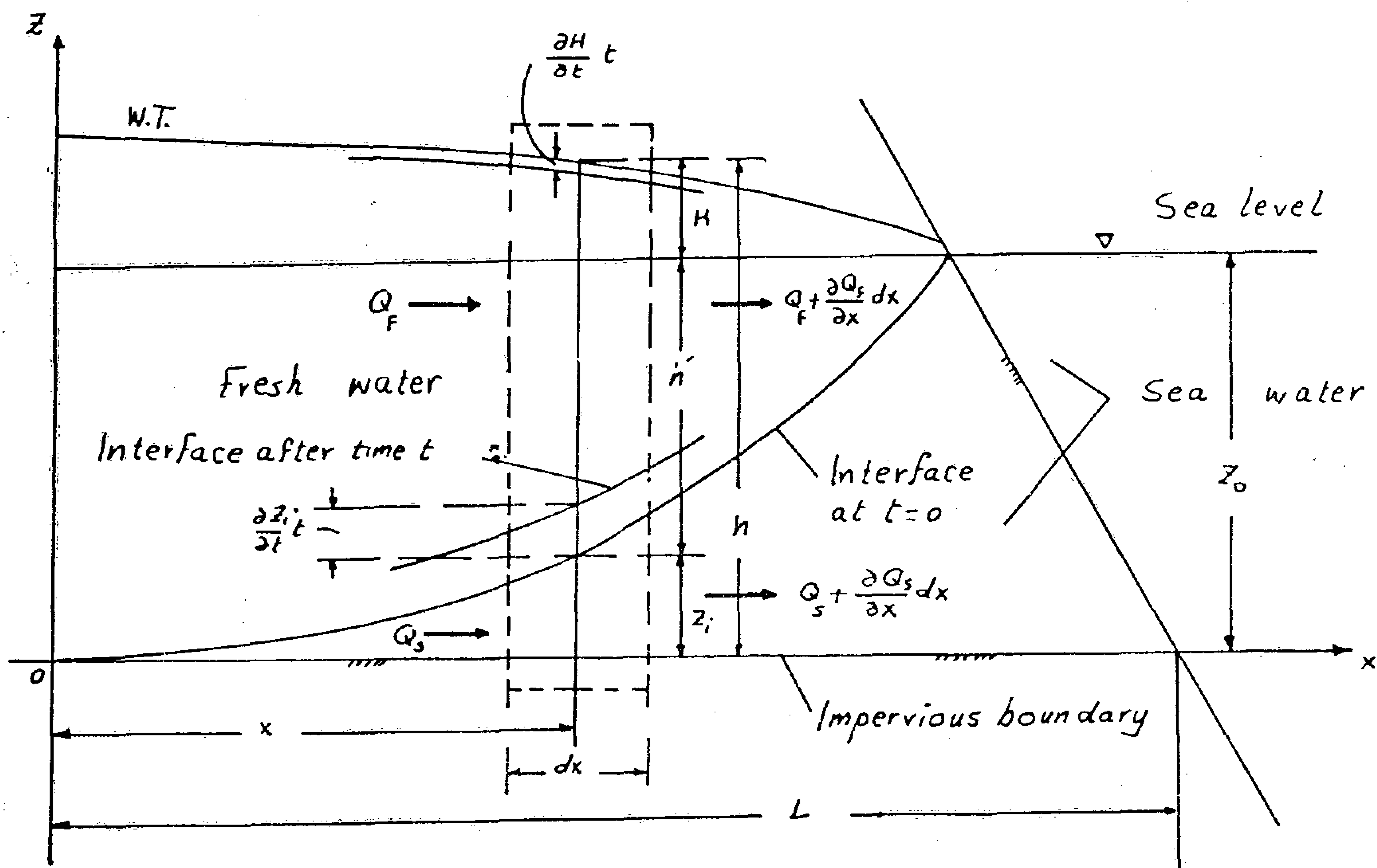


Fig.(2). Details of flow through an elementary volume in a coastal unconfined aquifer.

DEVELOPPED EQUATION FOR THEADVANCE OF INTERFACE IN COASTAL UNCONFINED AQUIFERS DUE TO REDUCTION OF FLOW BY SUBSURFACE OUTFLOW TO THE SEA

Dr. Mohamed Mohamed Somaida, Faculty of Engineering, Suez-Canal University, Civil Dept., Port-Faud, A.R.E.

ABSTRACT

The developed equation for advance of interface in coastal unconfined aquifers due to reduction of flow by subsurface outflow to the sea depends on; hydraulic properties of the aquifer, densities of fresh and sea water and rate of flow of fresh water in the aquifer. The equation is applied to three selected coastal areas including unconfined aquifers aiming to calculate the advance of interface. Correlation of the values calculated by the defeloped equation with those calculated using Ghyben-Herzberg principle indicates that, the values are of the same order of magnitude and nearly equal and the agreement may be considered satisfactory. This indicates the reliability of the developed equation in favourable coostal areas.

INTRODUCTION

Most analysis concerning two-dimensional flow in coastal unconfined aquifers, is based on steady flow conditions and fixed position of interface. Actually, when a reduction of flow occurs due to the motion of ground water to discharge areas, the interface must be adjusted to conform with the new smaller flow rate. This is unsteady flow problem because the interface is variable with time and one must seek how much will be the advance of interface.

FRESH-SALT WATER INTERFACE

When fresh-water aquifer discharges into the sea, fresh water and salt water meet. Since the density of sea water is greater than that of fresh water, the former penetrates the coastal aquifer to some extent, underlying the lighter fresh water. The aquifer can be divided into two regions; one occupied by fresh water, the other by salt water, the boundary between the two being known as the fresh-salt interface or simply the interface. The essential features of penetration into an aquifer are shown in Fig. (1).

PROBLEM FORMULATION

A particular problem for variable interface was treated by Bear (1972) in a horizontal confined aquifer with the assumption that, the flow rate is suddenly reduced from one steady value to another smaller steady value. The theoretical considerations of this problem are given in Ref. (1). The same problem for a coastal unconfined aquifer is analyzed using an elementary volume in aquifer, Fig. (2). For this elementary volume considering; principal of conservation of mass, Dupuit's assumption and Darcy's law, equal pressures at interface for both fresh and sea water, flow rate upstream is divided between fresh and salt-water regions downstream and Ghyben-Herzberg principle for the static balance between fresh and salt water, the following equation is reached :

Table 2

Composition and Properties of the Surfactant Slugs

Dilute Slug Composition and its Properties

0.5 sulfonate solution + 500 ppm Kelzan buffer + 1% salt

viscosity of the dilute slug = 8 Cp

interfacial tension between sulfonate solution and crude = 6.05 x 10^{-3} dynes/cm

High Concentration Slug Composition and its Properties

11% sulfonate + 3% Co-surfactant + 18% Diesel oil + 68% water

Viscosity of the slug = 12 Cp

Viscosity of the polymer solution = 8 Cp

interfacial tension between the slug and crude = 11 x 10^{-3} dynes/cm^2

Table 3

Displacement Data

Run No.	Pore Volume (cc)	Buffer Size (% PV)	Slug Size (% PV)	Slug Type	% Oil Recovery	Stab.Bank B.T. (PV)
1	250	-	10	dilute	4.6	0.28
2	250	-	20	dilute	53.3	0.26
3	245	-	30	dilute	72.	0.26
4	250	-	45	dilute	72.3	0.36
5	250	25	5	concentrated	52.3	0.20
6	245	25	2.5	"	25.1	0.24
7	250	25	10	"	64.7	0.25
8	245	25	5	"	47.0	0.36
9	250	25	20	"	64.5	0.23

Fig. 3 was obtained. This figure indicates that in the case of using the concentrated slug with the price of oil at $ 10 bbl after royalties the optimum slug size would be about 2% PV. In the case of using diluted slug, the optimum slug size would be about 10% PV. This approach is a quick and simple way for estimating economic slug sizes.

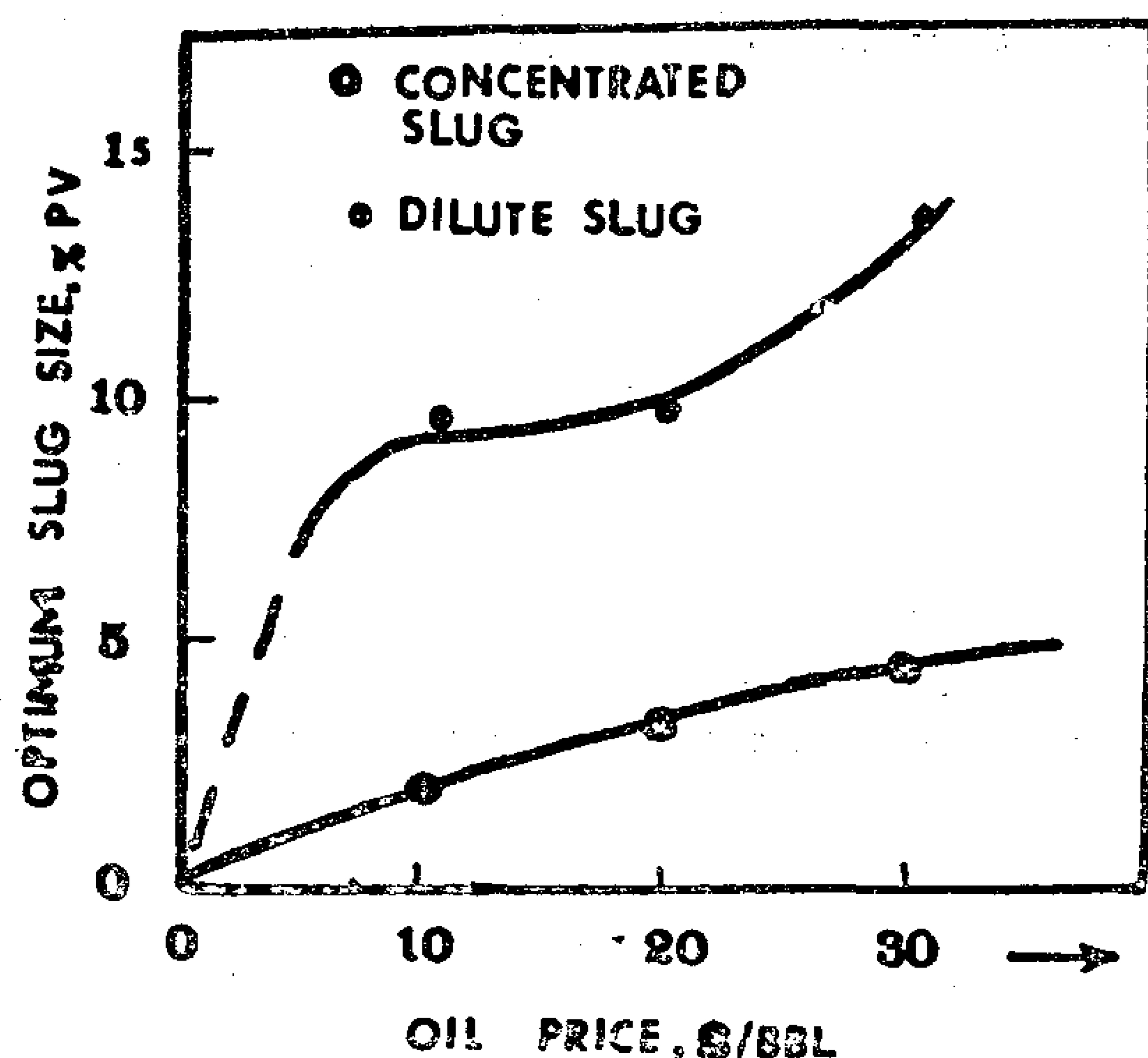


Fig. 3. Slug size For Miximum Profit

CONCLUSIONS

The following conclusions are derived on the basis of this study :

1. Effective combinations of surfactant, polymer solution, and salt have been used as a single low concestration slug to produce oil from sandstone cores.

2. Oil recovery increased with an increase in the dilute slug size as well as the high concentration surfactant slug size.

3. By using low concentration slug, comparable oil recoveroies were obtained with much smaller total amounts of chemicals.

4. The stabilized oil-water bank formation and its breakthrough time were similar for both recovery schemes.

REFERENCES

1. Danielson, H., Paynter, W.T.' and Milton, H., **Paper SPE 4753** presented at the symposium on Improved Oil Recovery, Tulsa, April 22-24 (1974).

2. Gogarty, B., and Tosch, C., **J. Pet. Tech. 20,** 1407 (1968).

3. Hill, J., Reisberger, J., and Stegemeier, L., **J. Pet. Tech. 25,** 186 ! (1973).

4. Foster, W.R., **J. Pet. Tech. 25,** 205 (1973).

5. Healy, N. and Read, R., **Soc. Pet. Eng. J.,** 129 (1977).

6. Sayyouh, M.H., Farouq Ali, S.M., Stahl, C.D., **Soc. Pet. Eng. J.** 469 (1981), **Trans, AIME, 1981.**

7. Wagner, O.R., and Leach, R.O., **Trans. AIME 216** (1959).

8. Owens, W., and Archer, D.L., **J. Pet. Tech., 21,** 874 (1971).

9. Sayyouh, M.H., Improved Oil Recovery, Energy Research Centre, Cairo University (1986).

Table 1

Sandstone Core Properties

Run No.	Absolute Permeability (md)	Porosity (%)
1	339	20.4
2	239	19.5
3	167	20.0
4	239	20.0
5	146	19.4
6	145	21.0
7	146	20.0
8	139	19.8
9	140	20.0

TEST RESULTS AND DISCUSSION

The obtained test data fo a slug composed of 0.5% of sulfonate, 500 ppm of Kelzan polymer and 1% sodium chloride are summarized in Table 3 and Figure 1.

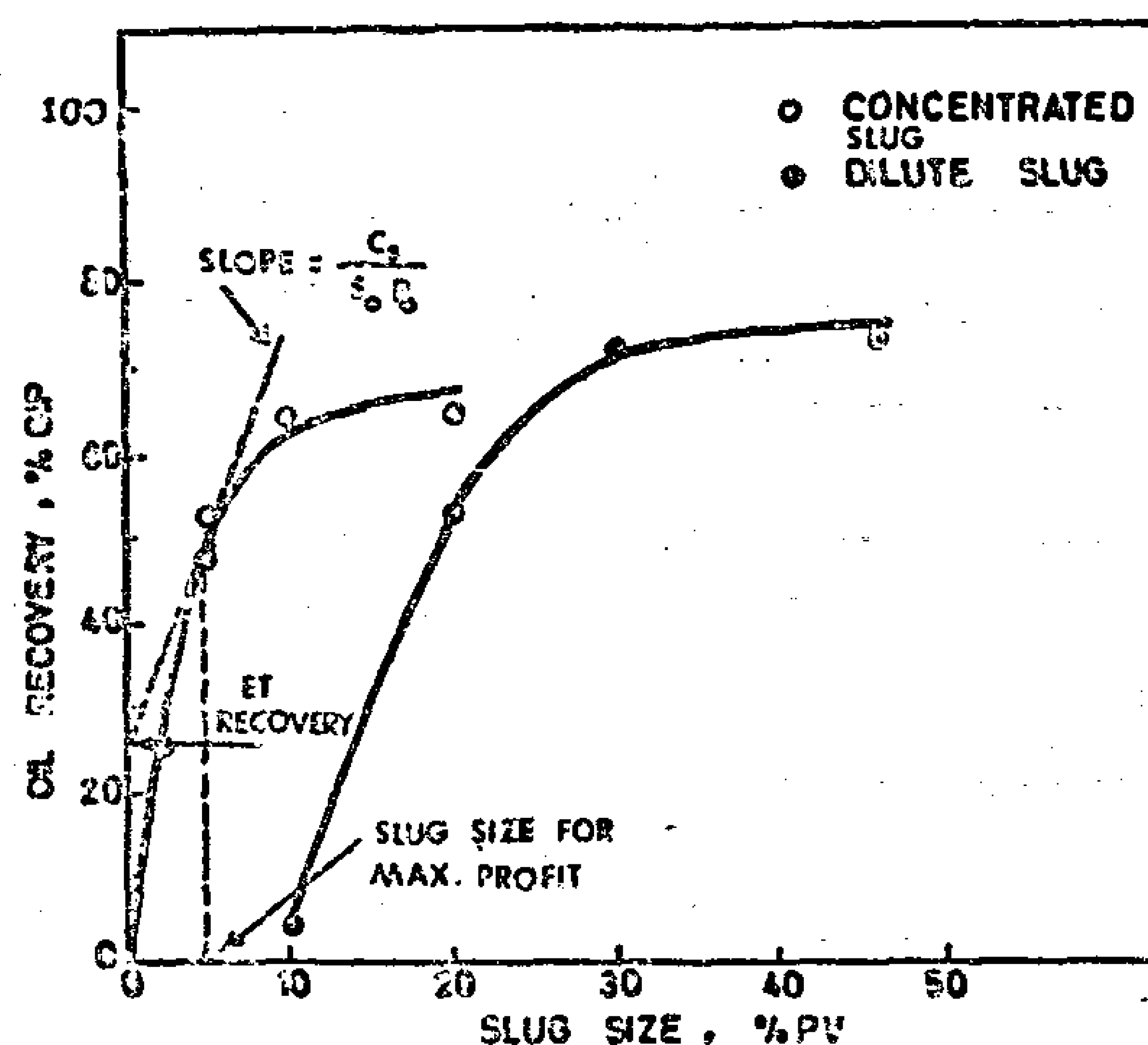


Fig. 1. Oil Recovery using different surfactant slugs.

As results show the oil recovery ranged from 4.6 to 72.1% of initial oil in place. The oil recovery values increased with an increase is the slug size. The slugs more than 20 per cent pore volume were quite effctive to oil displacement. This behaviour is attributed to the higher amount of sulfonate in the larger slug sizes as well as the mobility control provided by the larger slugs.

The oil recovery obtained from similar displacement runs in which a high-concentration conventional slug driven by mobility buffer is shown also in Table 3 and Figure 1. Comparison of the above oil recovery data (see Figure 1) indicates that under comparable displacement conditions, the dilute slug is effective in producing oil with economical advantages. This may be attributed to the lower interfacial tension obtained by the dilute plug as shown in Table 2.

Figure 2 shows that the behaviour of for both dilute slug process and concentrated slug process. It can be said that the stabilized oil-water bank was similar for a given slug size the formation of the stabilized oil-water bank is governed by the mobility control of polymer solution. This conclusion provides an important information on the behaviour and the mechanistic features of the two recovery schemes used in this work. Also, Figure 2 shows clearly that the stabilized bank breabreak through is not a function of surfactant slug size for both dilute and concentrated slugs.

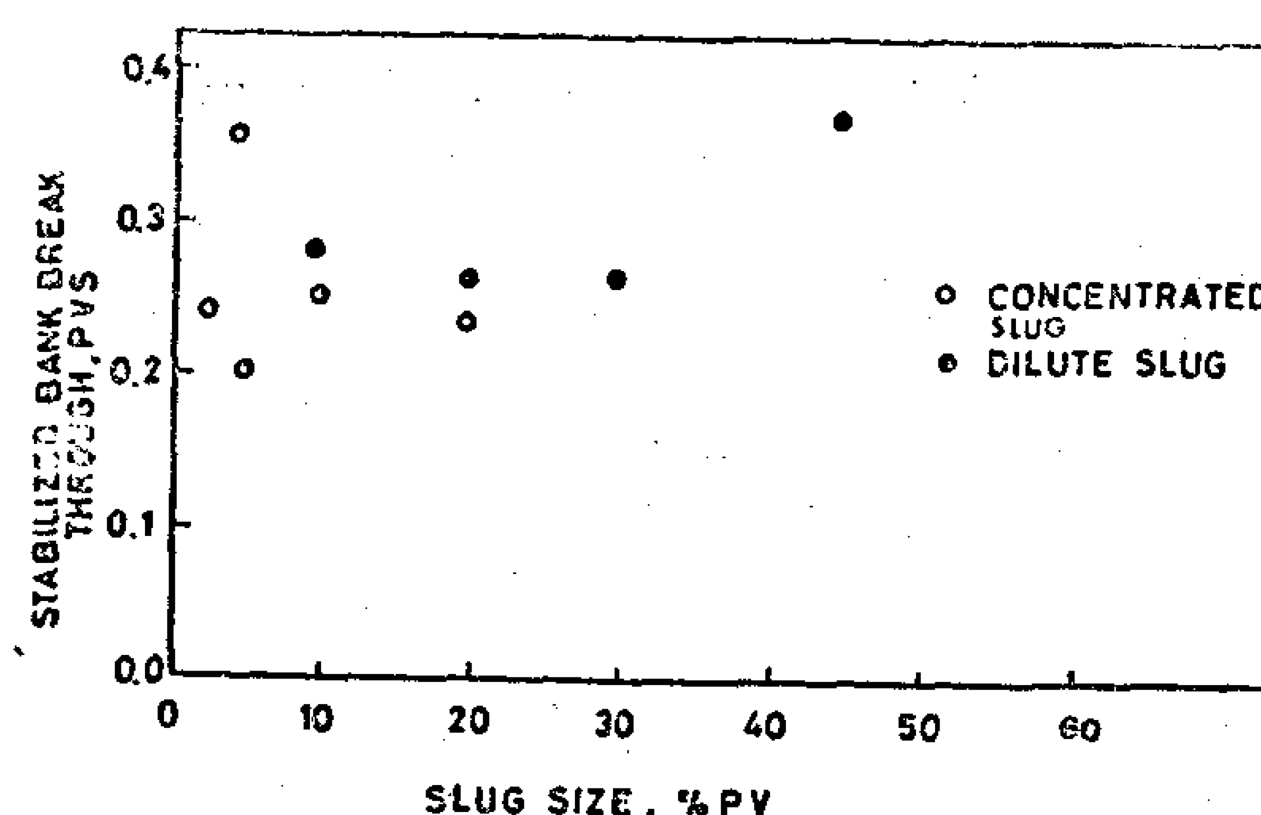


Fig. 2. Stabilized Oil-water Bank Break through in the Recovery Schemes.

This laboratory work will determine the effectiveness of the surfactant flooding scheme to recovr residual oil. In addition, the optimum slug size, which is defined as the slug size that will maximize the process profit, can be determind. Maximum profit can be obtained when[9]:

$$\partial R_o / \partial V_o = C_o / S_o P_o$$

Where;

R_o = Oil recovery, % OIP

V_o = Slug volume, % PV

C_o = Cost of injected surfactant slug, $/bbl

S_o = Average oil saturation before start of flood

P_o = Price receieved for oil after royalties, $/bbl

i.e. the size at the point of tangency of straight line having a slope of m = Cs/SoPo shown in Fig. 1, is the slug size for maximum profit. Based on an average oil satuation of 0.315, and surfactant slug cost of $ 51/bbl (68% active petroleum sulfonate range from 12c/Ib to 15 c/Ib),

ping capillary forces are eliminated. This is one of the principles underlying the Maraflood process which typically utilizes a displacing solution containing surfactant (petroleum sulfonates), cosurfactant alcohol) hydrocarbon and water[2]. The surfactant and cosurfactant molecules in dilute aqueous solution form small spherical units called mixed micelles which upon addition of hydrocarbon swell into larger units that are not quite visible in ordinary white light (ca .1 um in dia). The uniqueness of these solutions lies in their ability as hydrocarbon addition continues to invert from water-external swollen micelles to oil-external micelles and consequently to mix completely with both reservoir oil and drive water eliminating capillary forces. (The actual inversion process is considerably more complicated since the micelles need not remain spherical but can exist as rods or lamellae as do nematic and smectic liquid crystals). One disadvantage of the micellar solution approach is that reasonable high concentrations of surfactants (ca 10% by volume) are required to produce large limits of miscibility. This disadvantage, of course, is lessened as the cost of the surfactants are reduced. A seccond disad- — vantage is that eventually through adsorption losses and dilution the micellar solution will enter the two phase region and generate an immiscible flood. Since the front edge of the micellar solution mixes not only with oreservoir oil but also with the reservoir brine in the stabilized bank the micellar solution may enter the two-phase region reasonably soon in the flood[5,6]. Thus it is appropriate to consider the displacement mechanism during immiscible flooding.

Although wettability should not be a diminate factor in miscible displacement with micellar solutions, once the micellar solution breaks down in the two phase region or if low tensions immiscible surfactant solutions are initially employed wettability effects may become important. Several laboratory studies on immiscible displacement have shown that as the contact angle, as measured through the water phase, approaches zero (i.e. completely water-wet) oil recovery is enhanced[7,8].

The main objective of this work was to determine the applicability of tertiary oil recovery by using two different recovery schemes:

In one recovery scheme, low concentration enhanced flood, the residual oil was driven by a slug primarily composed of a low concentration surfactant in a polymer solution and salted water. In a different process the slug primarily composed of a high concentration surfactant is driven by polymer solution and thereafter by brine.

CORE TESTS

The tests involved a series of linear runs in a porous medium consisting of linear runs in a porous medium consisting of sandstone cores having a diameter of two inches and a length of 2 feet. Prior to use, the permeability and porosity values were determined as shown in Table 1.

The cores were initially saturated with a 2% sodium chloride solution and then flooded with a crude oil having viscosity of about 5 cp and thereafter water flooded with brine. The core then attained the residual oil saturation. The average waterflood residual oil saturation was about 30 per cent of pore volume. The tertiary displacement was made using the dilute slug driven by brine and the high concentrations slug driven by polymer slug followed by sodium chloride brine. The displacement tests were run at a frontal advance velocity of one foot per day. The compositin of the different surfactant slugs is shown in Table 2.

A NEW SURFACTANT SLUG DESIGN TO OPTIMIZE ENHANCED OIL RECOVERY COSTS

*M.H. Sayyouh

ABSTRACT

The development of economical tertiary methods is the key to recover a substantial portion of the oil left after primary and secondary phases of production. Displacement by surfactant solutions is one of the important tertiary recovery process by chemical solutions.

Two different surfactant slugs were used in displacing the waterflooded residual oil (1) low concentration surfactant - polymer - brine slug,and (2) high concentration surfactant slug. In the case of using low concentration slug a solution of surfactant, polymer and brine was used as a dilute slug driven by brine, while in the other case a high concentration slug was driven by a mobility buffer driven by brine. It was found that effective combinations of surfactant, polymer solution and salt can be used as a single low concentration slug to produce oil in sandstone cores. In this case, comparable oil oil recoveries were obtained with much smaller total amount of chemicals.

INTRDUCTION

The mechanism by which surfactant solutions mobilize residual oil under tertiary conditions is needed in order to design rationally for field flooding. In addition to the economic considerations related to the cost of the surface-active-agents and polymer additives the low permeability and possibly oil-wet[1] condition of our fields places severe restrictions on the use of surfactan-type floods and provides additional impetus for understanding and therefore predicting the behavior of a given chemical system. Current technology suggests that the two criteria of miscibility and mobility control must be established before significant fractions of immobilized oil may be recovered. There is widespread agreement that the relative mobility (i.e. inverse apparent viscosity) of the polymer drive and surfactant displacing solution must be less than the total relative mobility of the stable oil-water bank in order to prevent fingering and inefficient displacement. There are, howevr, two views on the necessity for miscibility of the underground oil with the surfactant slug. In one recovery scheme, the Maraflood process[2], precautions are taken to ensure that a micellar solution attains complete miscibility with both the reservoir oil and with the polymer drive water. In a different process[3,4] attention is directed mainly toward establishment of very low interfacial tensions between the reservoir oil and a surfactant solution.

Since oil trapped after secondary water-flooding is held in place by capillary forces, which emerge from the high curvatures present in reservoir sands, tertiary recovery techniques must either eliminate or overcome these forces. If the surfactant solution is completely miscible with all fluids that it contacts, it is clear that no interfaces exist and hence the entrap-

*Petroleum Engineering Department, Faculty of Engineering, Cairo University

RAW MATERIALS & CHEMICAL INDUSTRIES

INST. OF MINING, PETROLEUM &
METALLURGICAL ENGINEERS
INST. OF CHEMICAL ENGINEERS

about the vertical axis but not the horizontal axis. The magnitude of the distortion increases with the increase of the clearance angle. It can be noticed from figures 10 and 16 that at a small clearance angle, 2°, arrangement (1) and (2), the symmetry of the billets is nearly the same as for conventional triangular blade croppingwith the added attraction feature of 11.7% and 6% reduction in the peak cropping loads respectively. The above mentioned parameters of cropping loads reduction and of billet quality indicate that the adoption of a small clearance angle on the moving blade surface can be used efficiently to produce billets as good as those produced by conventional triangular blades with a considerable reduction in the peak cropping loads. As it has been mentioned earlier that the magnitude of the allowed distortion is mainly governed by the subsequent operation the billet will be subject to and consequently the adoption and amount of the clearance angle can be adjusted.

Conclusions

From the experimental results discussed in this work, the following conclusions can be drawn :

(1) The adoption of a clearance angle on the moving blade surface can be of an advantage depending on the subsequent operation the billet will be subject to.

(2) When a clearance angle is used the peak cropping load is considerably lower than the corresponding value in conventional triangular blade cropping.

(3) The reduction in the peak cropping load increases linearly with the increase of the clearance angle.

(4) The magnitude of billet distortion increases with the increase of the clearance angle.

(5) The use of a small clearance angle, 2°, can produce billets as good as those produced by conventional triangular blade with reduction of 6 — 11.7% in peak cropping load depending on the adopted arrangement.

(6) This parameter has been adopted in a double cropping tool set which has been designed and constructed in the Department of Mechanical Engineering, University of Birmingham. The tool set has been refined for working as production unit.

REFERENCES

1. M.H.M. Ahmed and M.K. Das, (1977). A study of stresses in the double cropping process, 18th Int. M.T.D.R. Conf., London.

2. M.K. Das and S.A. Tobias (1975). Recent advances in High Speed Cropping, 5th Int. Cold Forging Congress, Brighton.

3. M.H.M. Ahmed (1978). A Study of the Multiple Cropping Process, Ph.D. Thesis, University of Birmingham.

4. R.W. Hertzberg, (1976) Deformation and Fracture Mechanics of Engineering Materials, John Wiley and Sons.

5. S.A. Tetelman, (1967) Fracture of Structural Materials, John Wiley and Sons, Inc.

blade, the rate of load rise is rduced relative to that during the bending phase. This zone terminates at the peak point on the graph where the load reaches its maximum giving rise to crack initiation.

(c) Crack propagation phase; at the point of maximum load cracks start and propagate with the rapid fall down of the load until billet sepaation is completed.

A comparison of cropping curves using a rake and/or clearance angle (modified blade) with that of the conventional triangular blades shows some basic differences. The rate of load rise in the bending phase is lower for the former case and becomes even less with the increase of th rake or clearance angle. This is an indication of relatively high bending distortions in the former process. The general form of distortion is slightly different for each arangement depending on the available gap for the material to deform as shown in figtres 10 to 13 for arrangement (1) and figures 16 to 18 for arrangement (2). The peak load in conventional triangular blade cropping is higher and occurs at slightly lower displacement relative to the respective magnitudes in modified blade cropping. Figures (9) and (15) show that the total displacement at complete separation is slightly larger in the case of modified blade cropping. Figure (19) shows the relationship between percentage reduction of peak loads and clearance angles, For arrangement (1), nearly a straight line relationship is observed. Similar to the trend in arrangement (1) the percentage reduction of the peak load in arrangement (2) is found to increase linearly with the increase of the clearance angle. This is also represented in figure (19) giving this straight line relation at four different angles.

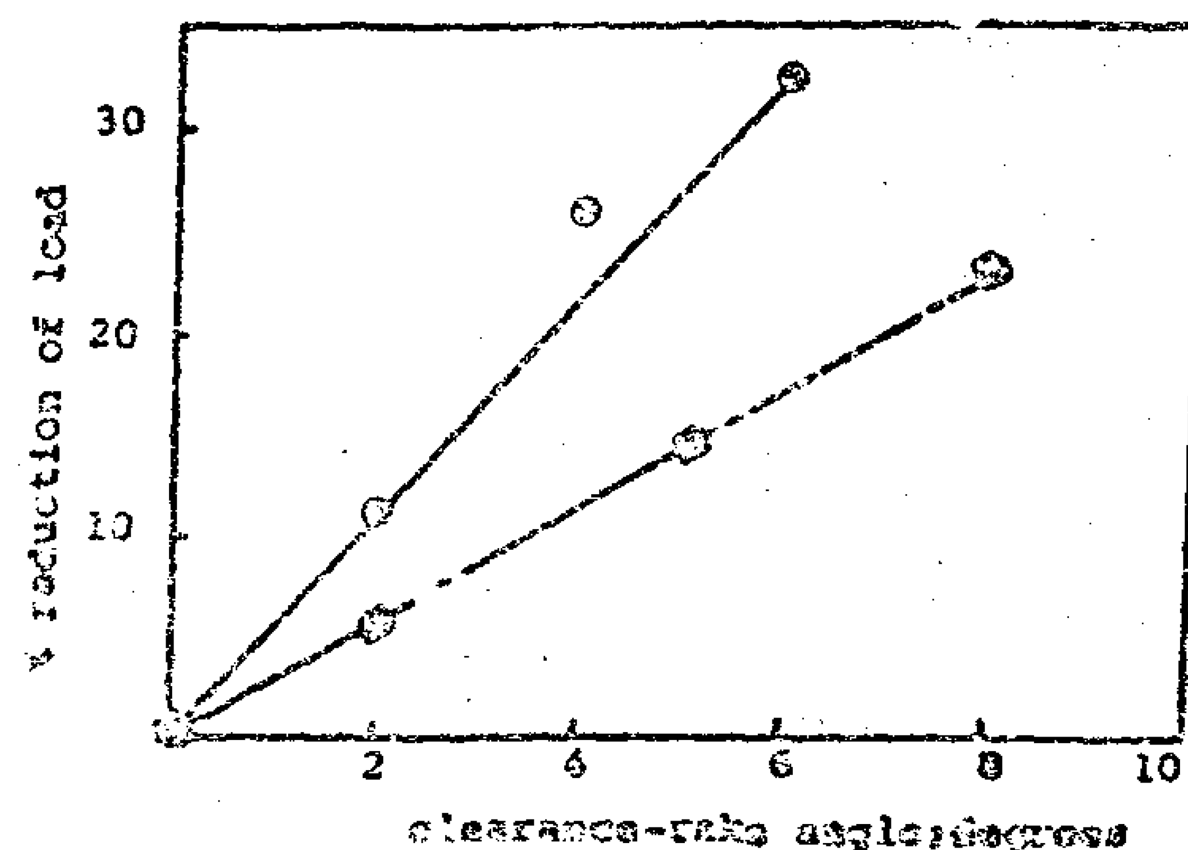


Fig. (19)
● Arrangement (1)
□ Arrangement (2)

The presence of a rake and/or clearance angle on the moving blade surface introduces stress concentrations at the line of contact between the moving blade and bar surface, and as a result, billet separation is easier with a reduction in the required cropping load. Considerable reduction in the peak loads is observed. The peak load is reducd by 23% when the 8° clearance angle was introduced using arrangement (2), and a more pronounced reduction of 32.2% is observed in the case of introducing 6° clearance angle using arrangement (1).

Since the main theme of all cropping techniques investigations is to improve the billet quality, it is necessary to examine the quality of billets obtained using the two arrangements under various angles. The geommetric distortions of billets using modified blades are basically different from those produced using conventional triangular blades. The basic features of billets using arrangement (1) and (2) are shown in figures 10, 11, 12 and 13, 16, 17 and 18 respectively. these can be compared with figure (14) for conventional triangular blade cropping. It can be noticed that billet produced by the latter method is very nearly symmetrical about the horizontal and vertical axis of the end faces as well as the midplane perpendicular to the billt axis. On the other hand, the billet produced by modified blades are only symmetrical

16, 17 and 18. The percentage force reduction for each case and the displocement for the maximum load to be reached is summarised in table (1).

Arrangement (2)

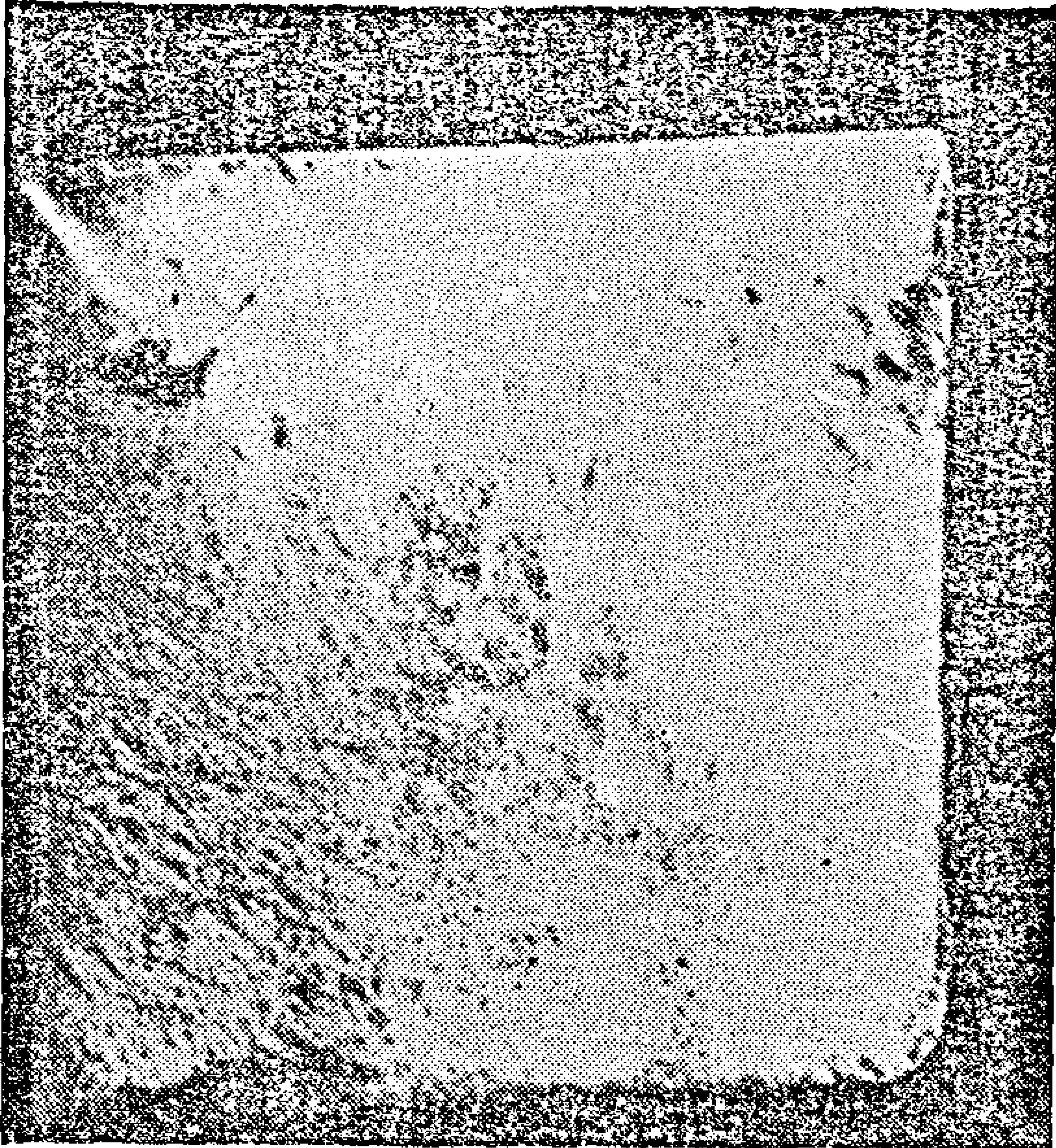


Fig. 16

2.1

clearance angle : 2°
maximum load (KN) : 1256
% load reduction : 6
displacement for maximum load : 6mm

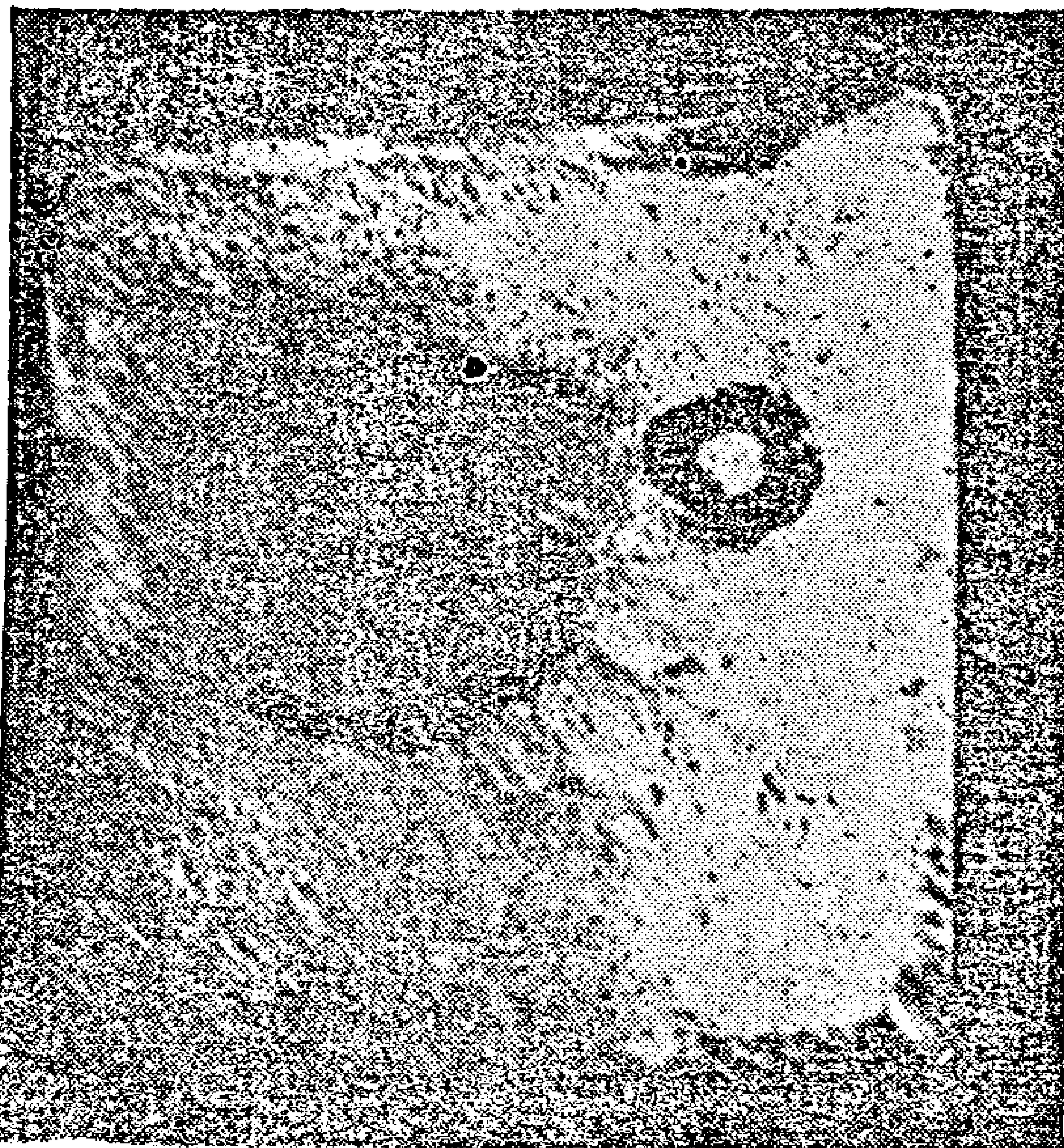


Fig. 17

2.2

clearance angle : 50
maximum load (kn) : 1140
% load reduction : 14.3
displacement for maximum load : 6mm

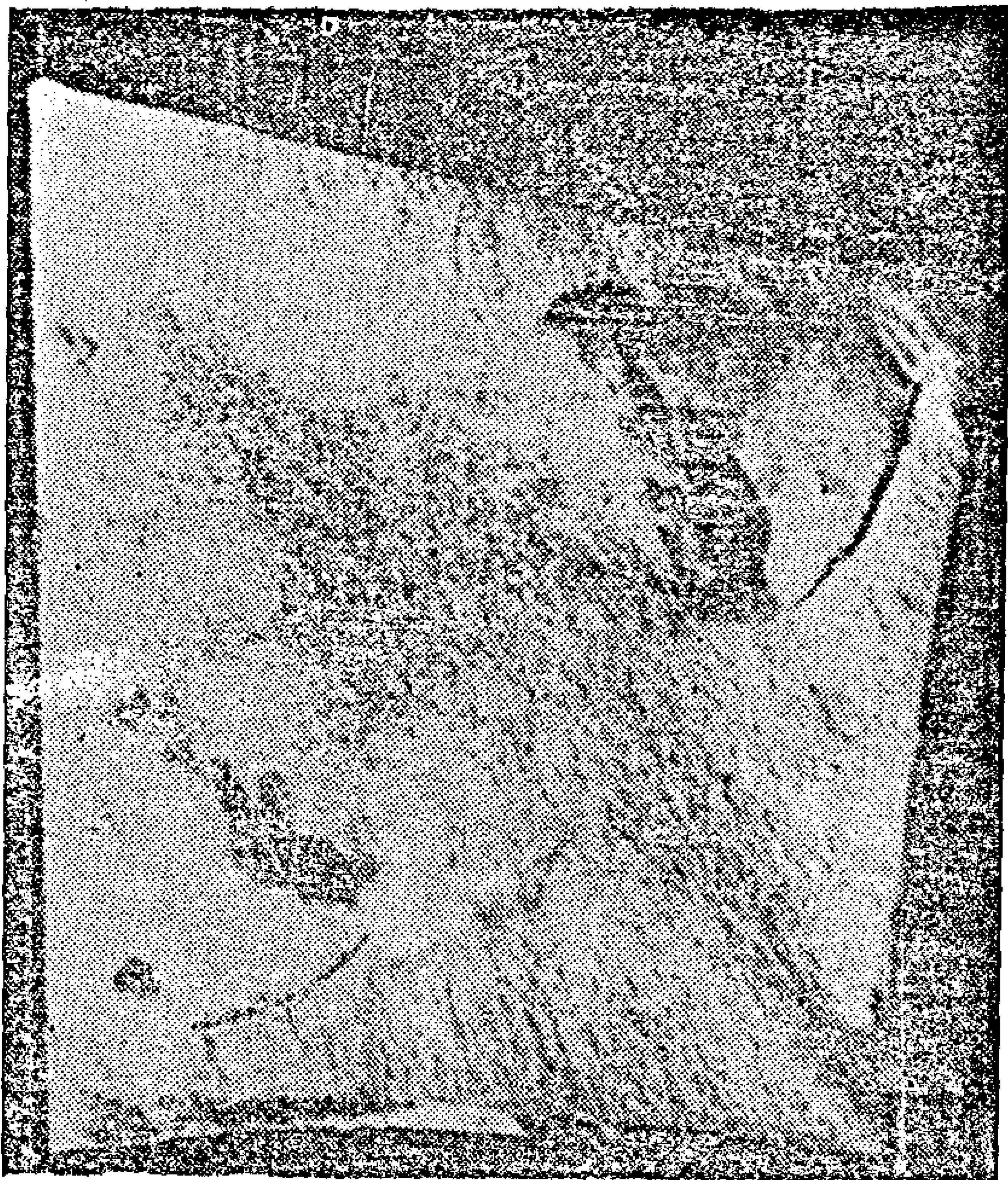


Fig. 18

2.3

clearance angle : 8°
maximum load (kn) : 916
% reduction : 23.0
displacement for maximum load :5mm

Table(1)

Effect of clearance-rake angle on cropping loads

arrangement	maximum load KN	displacement mm	% force reduction
1.1	1178	7	11.7
1.2	983	7	26.1
1.3	898	7	32.5
1.4	1140	6.25	14.3
2.1	1256	6	6
2.2	1140	6	14.3
2.3	1024	5	23.0
conventional triangular blades.	1330	5	0.0

In rder to be able to discuss figures (9) and (15) it is helpful to briefly identify the different phases of the cropping operation as follows:

(a) The bending phase; in which bending of he billet occurs inducing a non-uniform stress field across the cross-section of the bar, which interferes with the linear propagation of the crack.

(b) Penetration phase; in this phase the load level is sufficiently high to allow tool penetration into the bar material. With further movement of the moving

Arrangement (1)

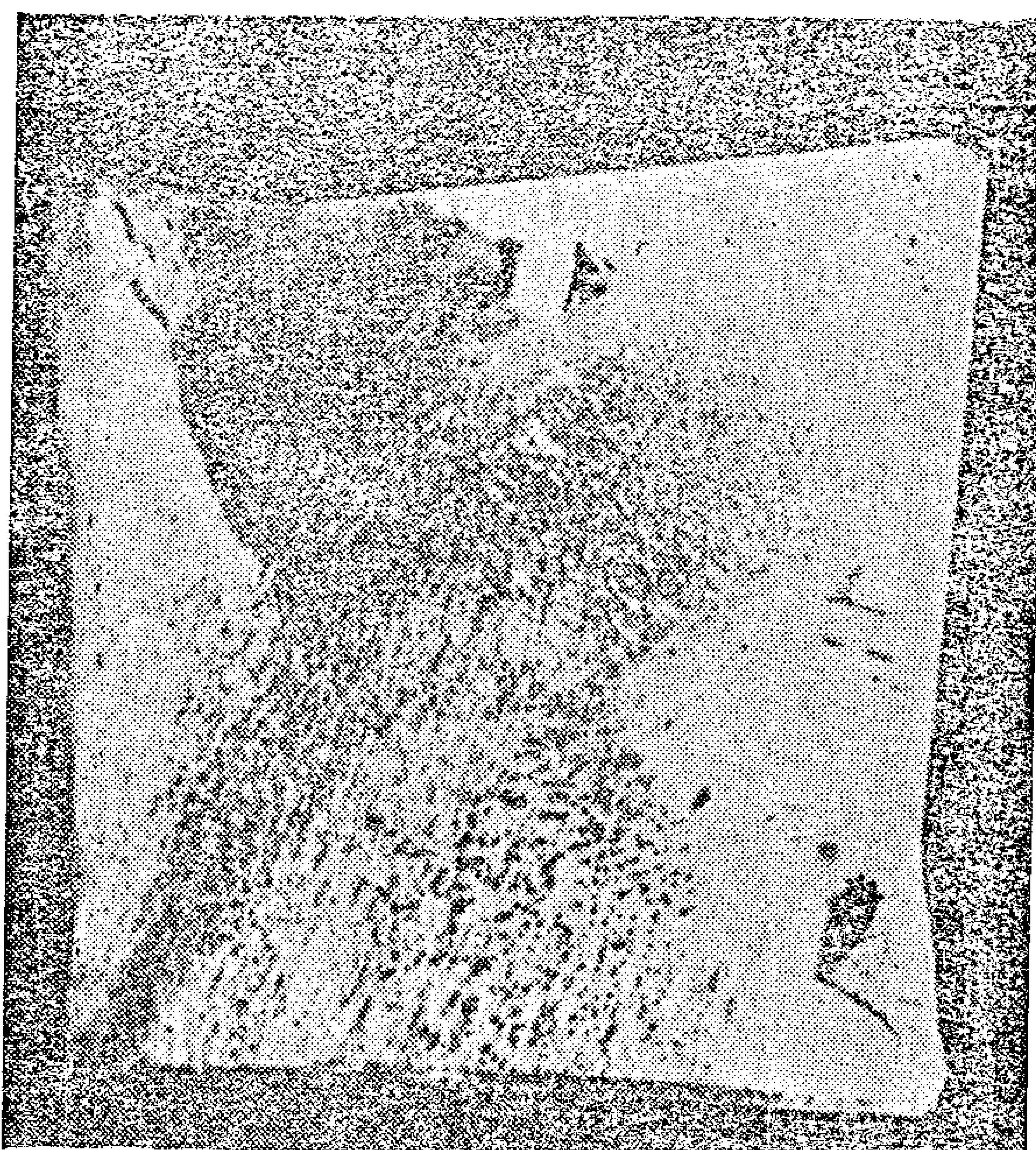


Fig. 12

1. 3

clearance angle : 60
(top die only)
maximum load (kn) : 898
% load reduction : 32.5
displacement for maximum load · 7mm

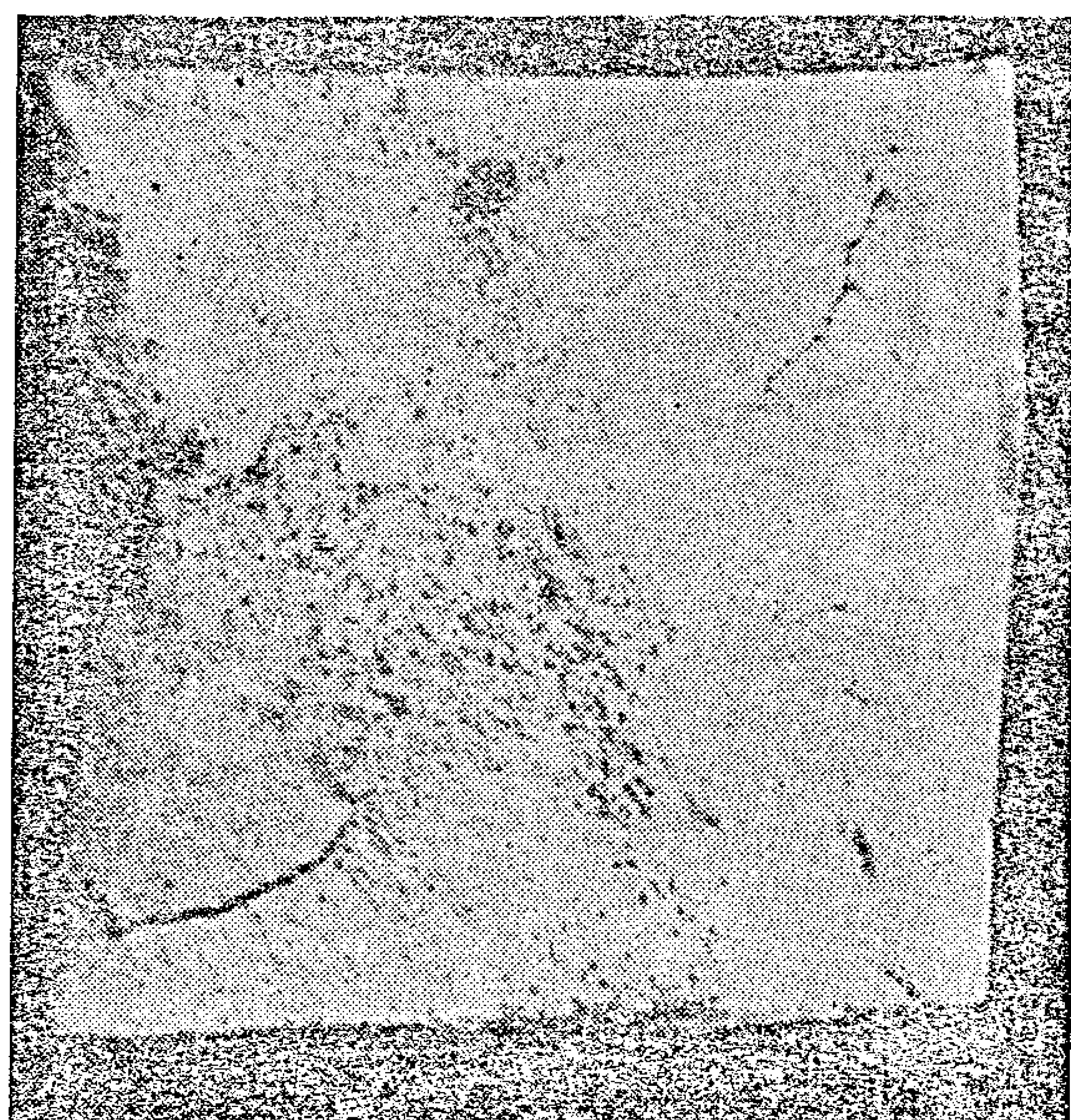


Fig. 13

1. 4 ...

maximum load (kn) : 1140
clearance angle : 2° (top and bottom die)
% reduction : 14.3
displacement for maximum load : 6.25mm

conventional triangular blades :

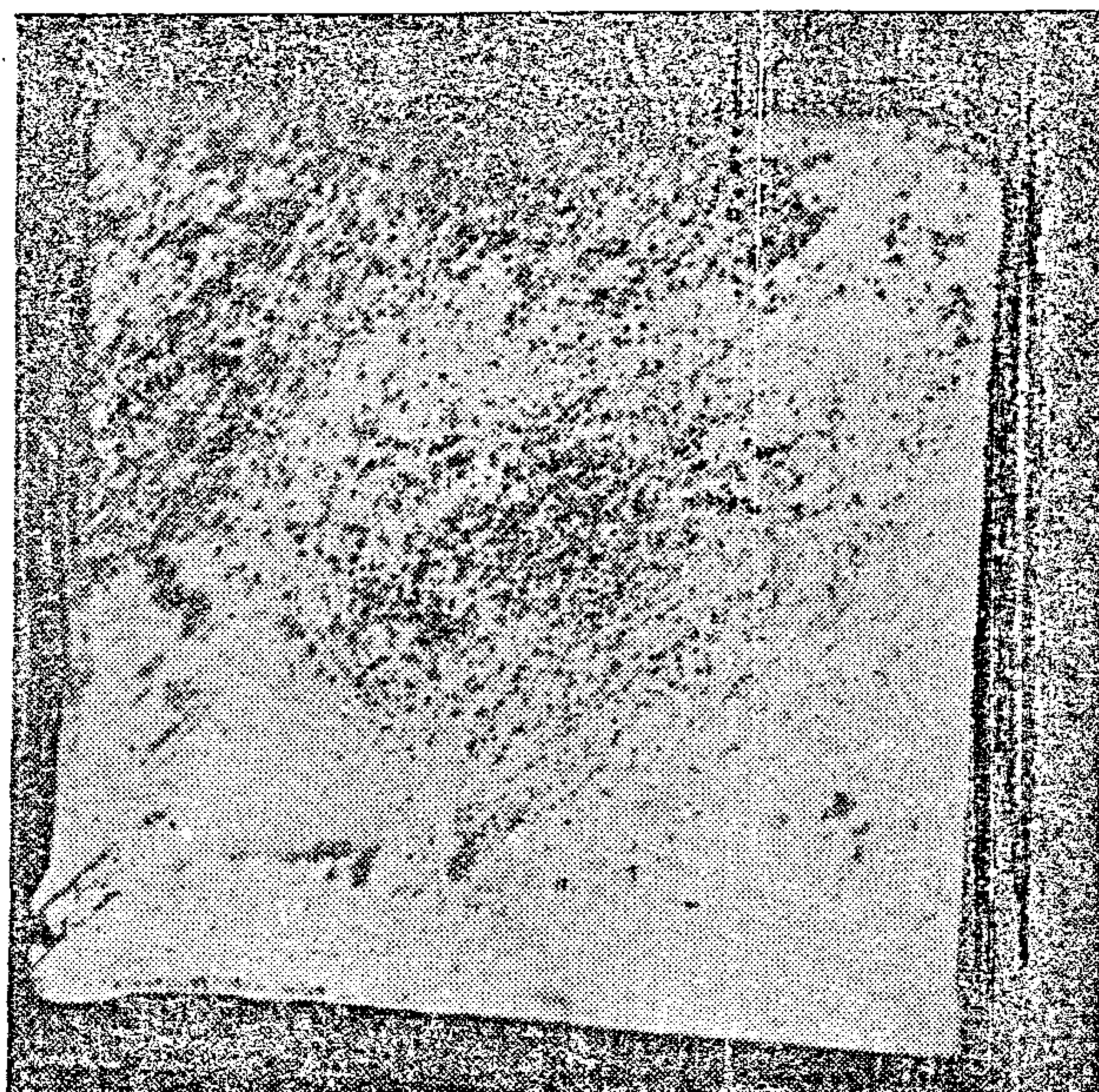


Fig. 14.

maximum load (kn) 1330
% load reduction : 0.00
displacement for maximum load : 5mm

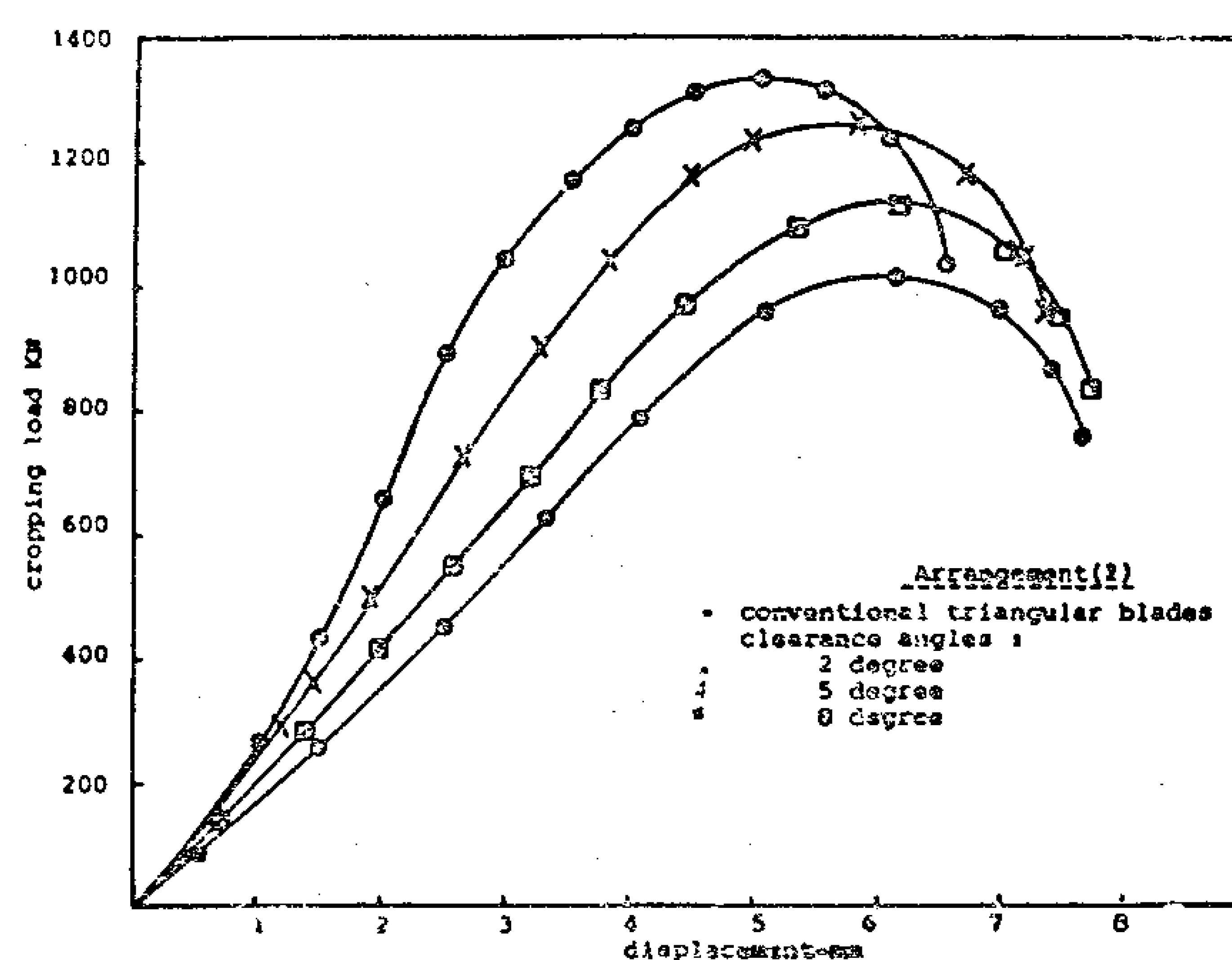


Figure 15: Load-displacement curves for double cropping.

4.2.2 Arrangement (2)

In this arrangement three different rake angles 2°, 5° and 8° were ground on the cutting face of the moving blade. The load displacement diagrams are shown in Figure (15) while crosssectional views of the cropped billets are shown in Figures

En8, was used and cropping was performed using a hydraulic type press. The speed rate of the hydraulic type press is slightly lower than that of the eccentric type press, however, both being in the slow speed range, the difference is of minor importance.

4.2 Results and discussion

4.2.1. Arrangement (1)

In this arrangement different clearance and rake angles were ground on the cutting faces of the moving blade as shown in figure (8) angles of 2°, 4° and 6° were employed. The load displacement diagram for each case was recorded and compared with conventional triangular blades, as shown in figure (9). Figures 10, 11 and 12 show cross-sectional views of the cropped billets while figure 14 shows a cross-sectional view of a billet cropped using a conventional triangular blade for comparison. Figure 13 shows the effect of employing a 2° rake and clearance angle on both top and bototm blades.

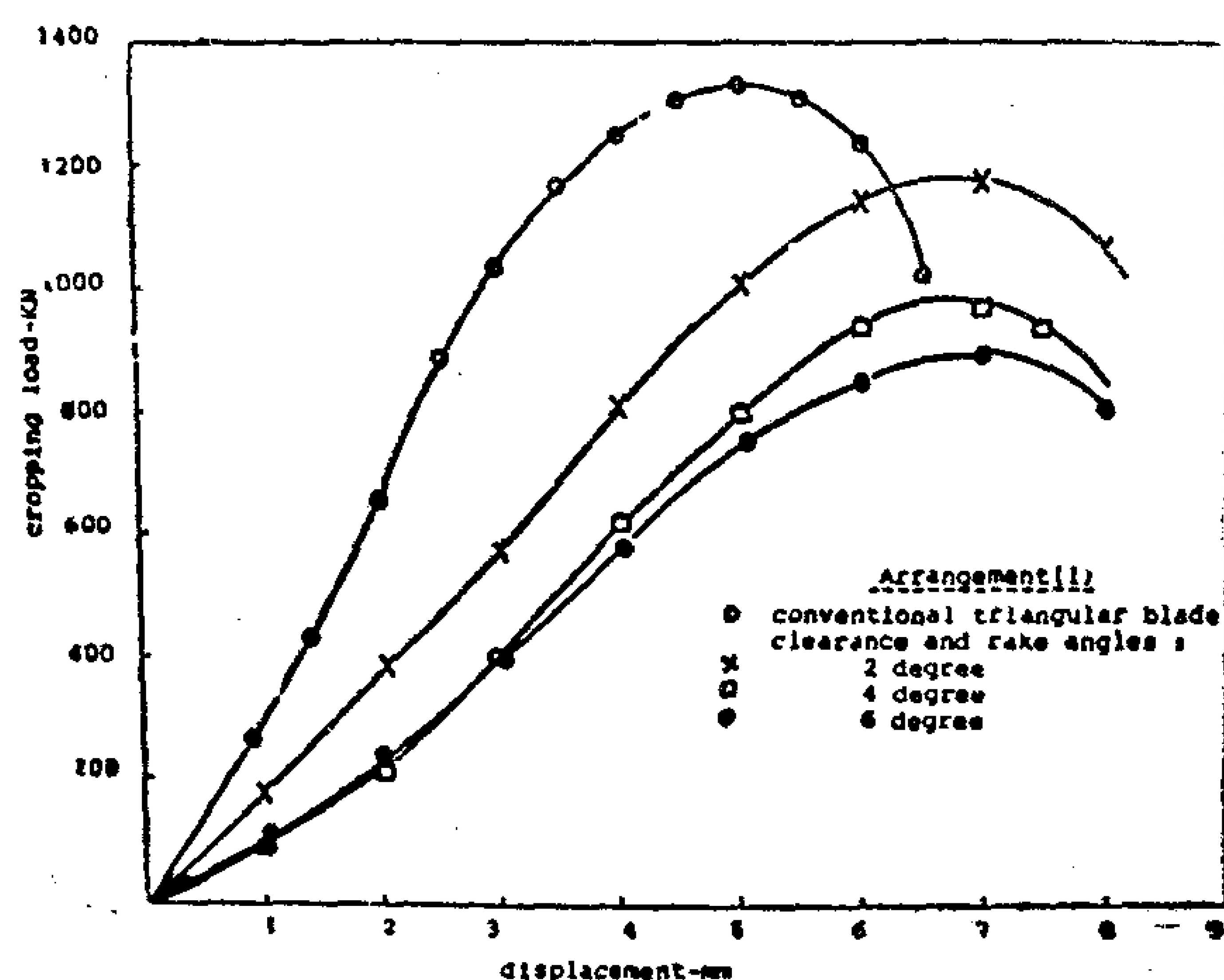


Figure 9: Load-displacement curves for double cropping.

Arrange (1)

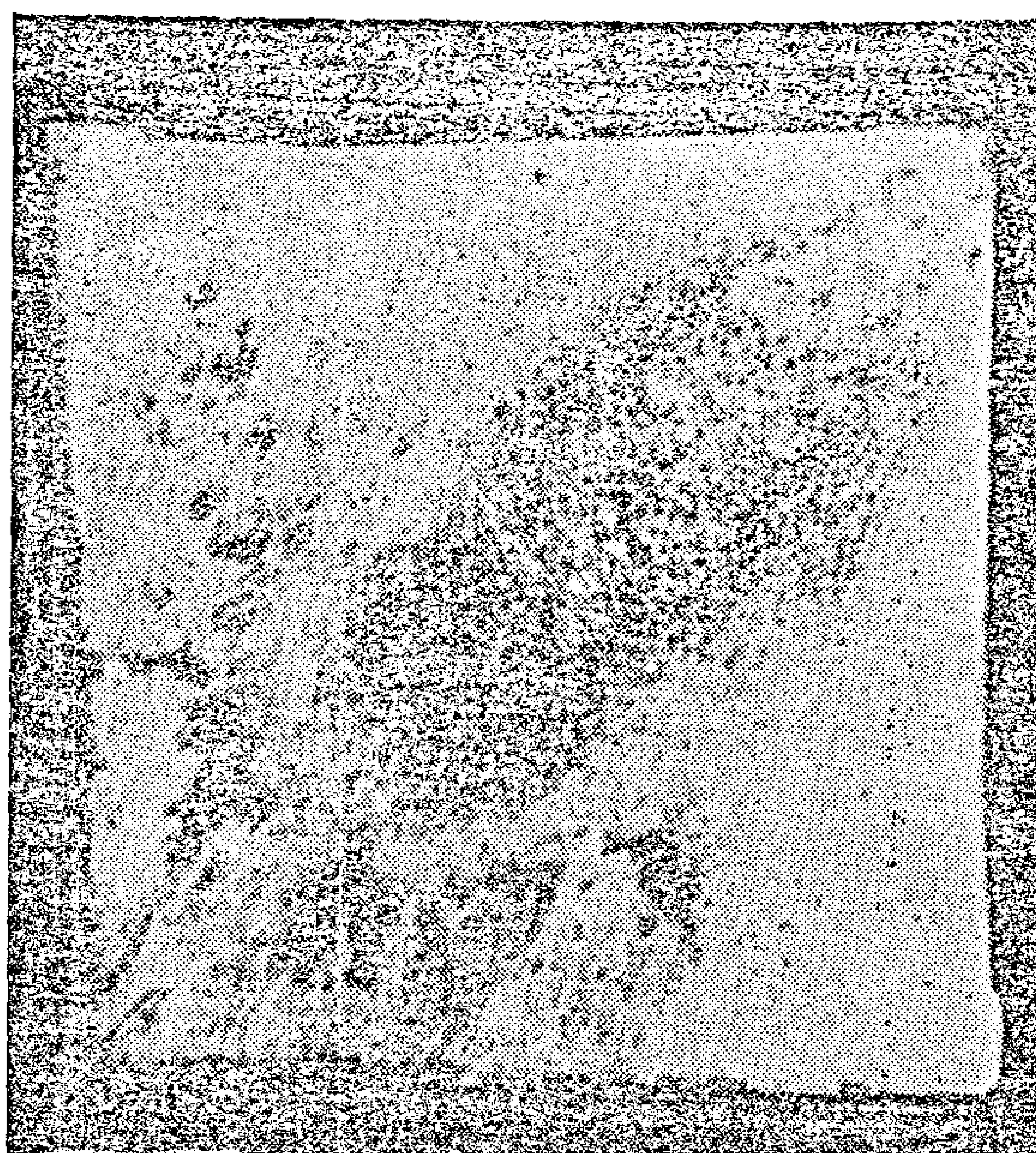


Fig. 10

1.1

clearance angle (Θ)° : 2° (top die only)
maximum load (kn) : 1178
% load reduction : 11.7
displacement for maximum load :7mm

Effect of clearance angle on cropping load

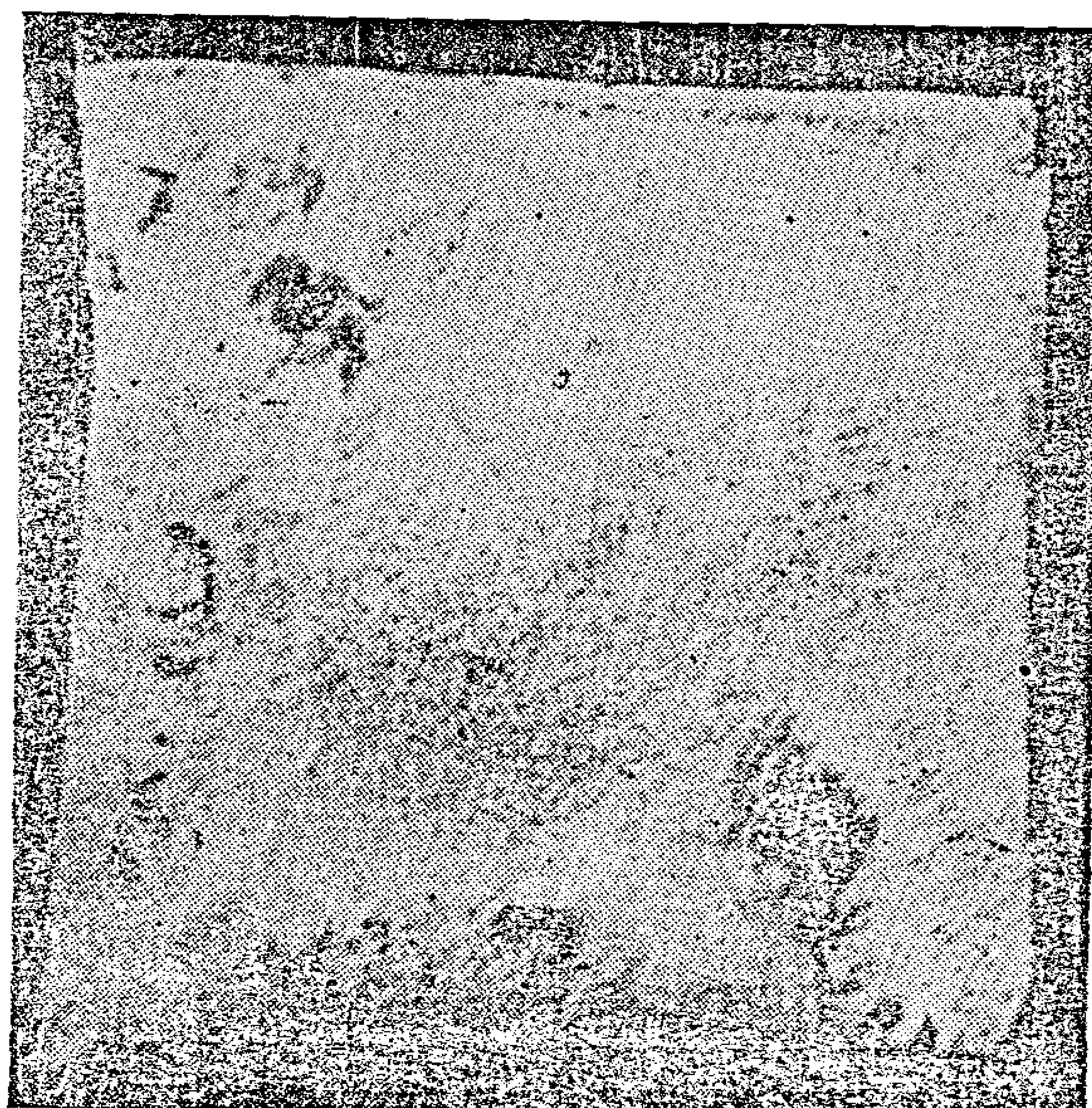


Fig 11

1.2

clearance angle (Θ) : 4° (top die only)
maximum load (kn) : 983
% load reduction : 26.1
displacement for maximum load : 7mm

pure aluminium, copper and lead, the material experiences full plastic shear separation, and the blades penetrate the complete depth of the billet. However, the majority of cropping applications are applied to crack-sensitive materials. When cropping such materials cracks are initiated and propagated at an early stâge of penetration (5 to 10% of the billet depth), resulting in the well known S-shaped fracture surface profile. Experimental results show that the initiation and propagation of cracks is largely sensitive to most of the process parameter like bar material, cropping speed, blade clearance etc. The effct of grinding different clearance angles on the cutting faces of the blades has not been examined. In this report the adoption of a clearance and rake angle and its effect on cropping loads and billet quality is reported. For this purpose two different arrangements, as shown in figure (8), has been used. Cropping was performed using an elementary double cropping tool set and the results were made use of in the dsign of the present tool set. In these experiments one material,

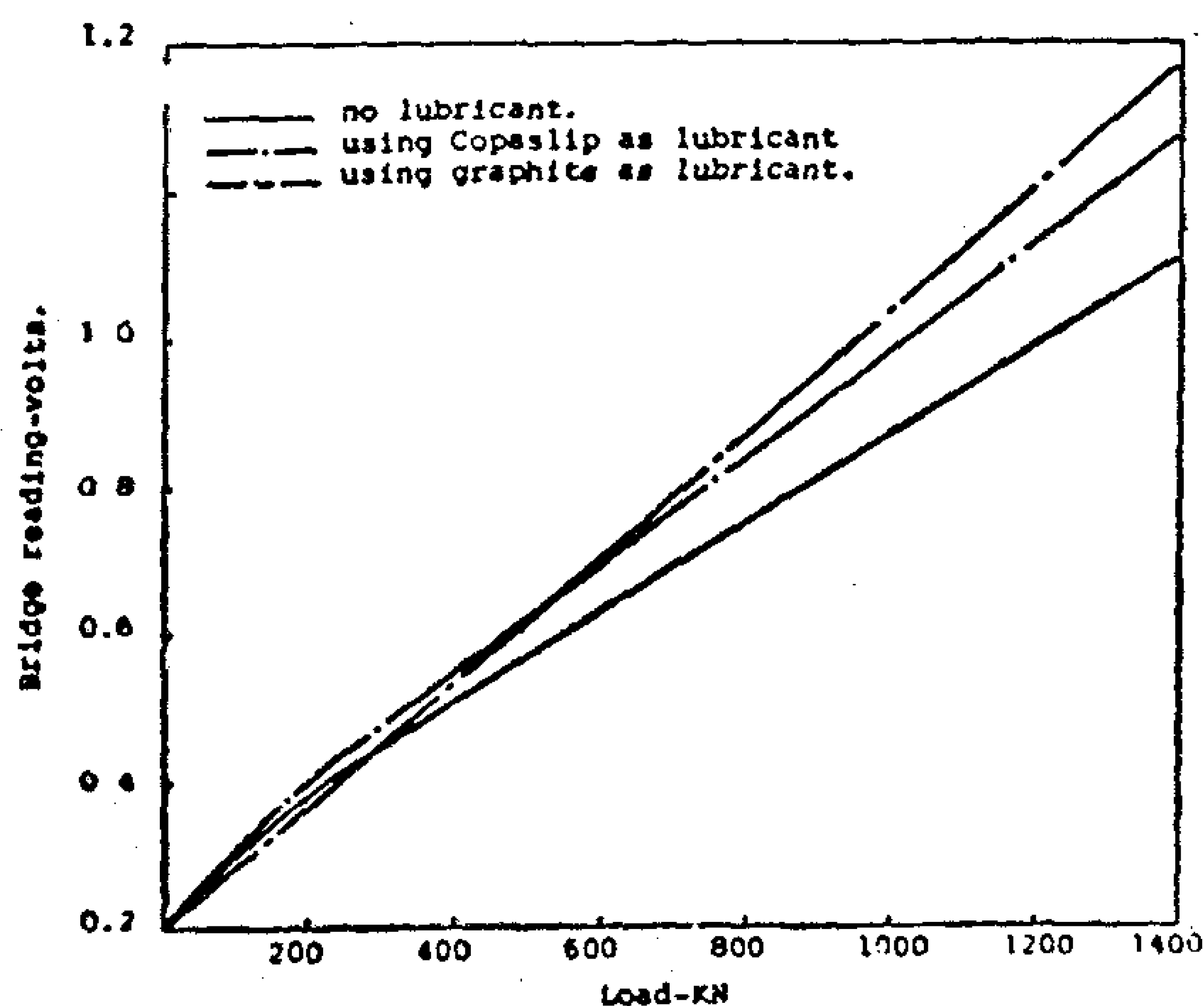


Figure 6: load cell calibration charts for different friction conditions

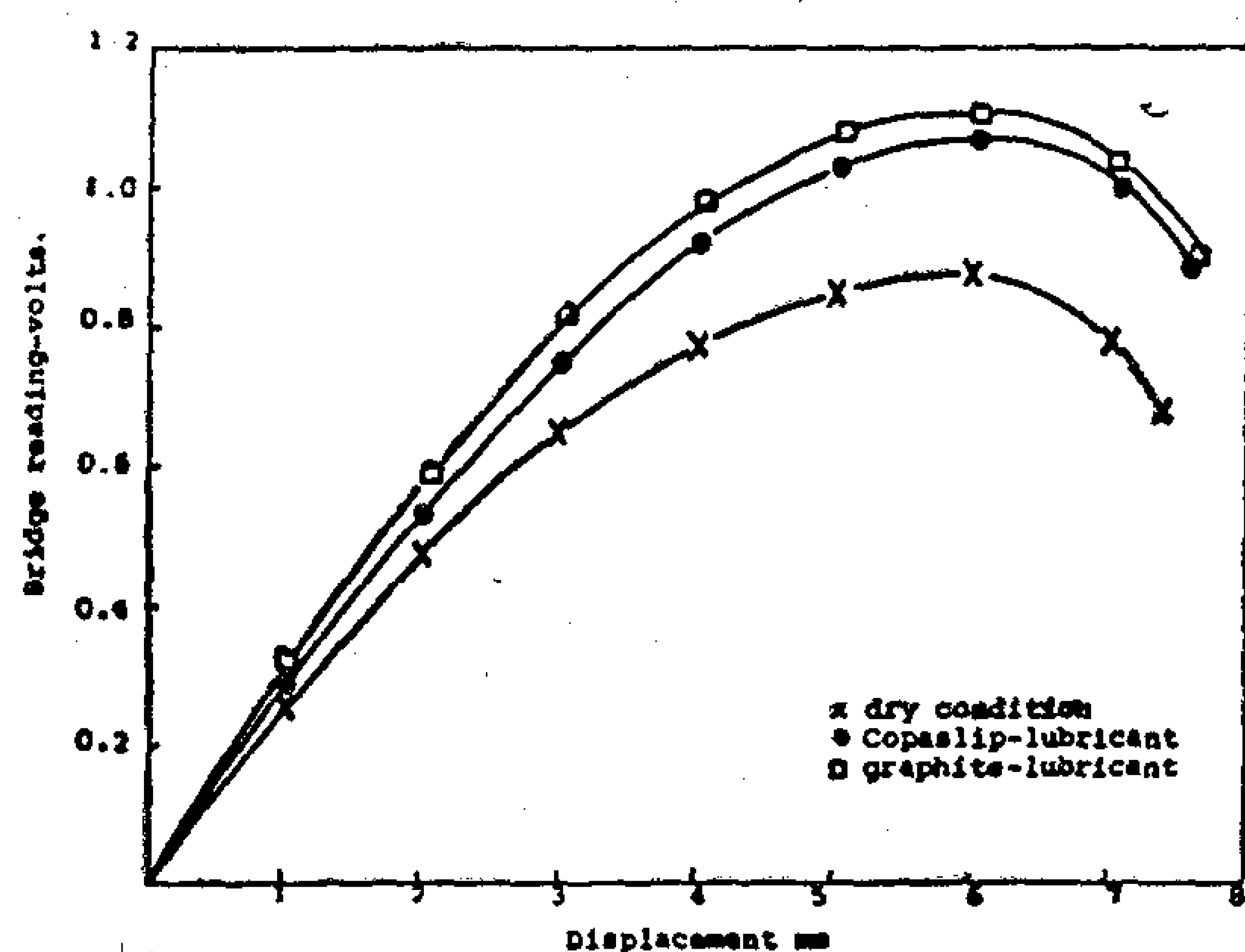
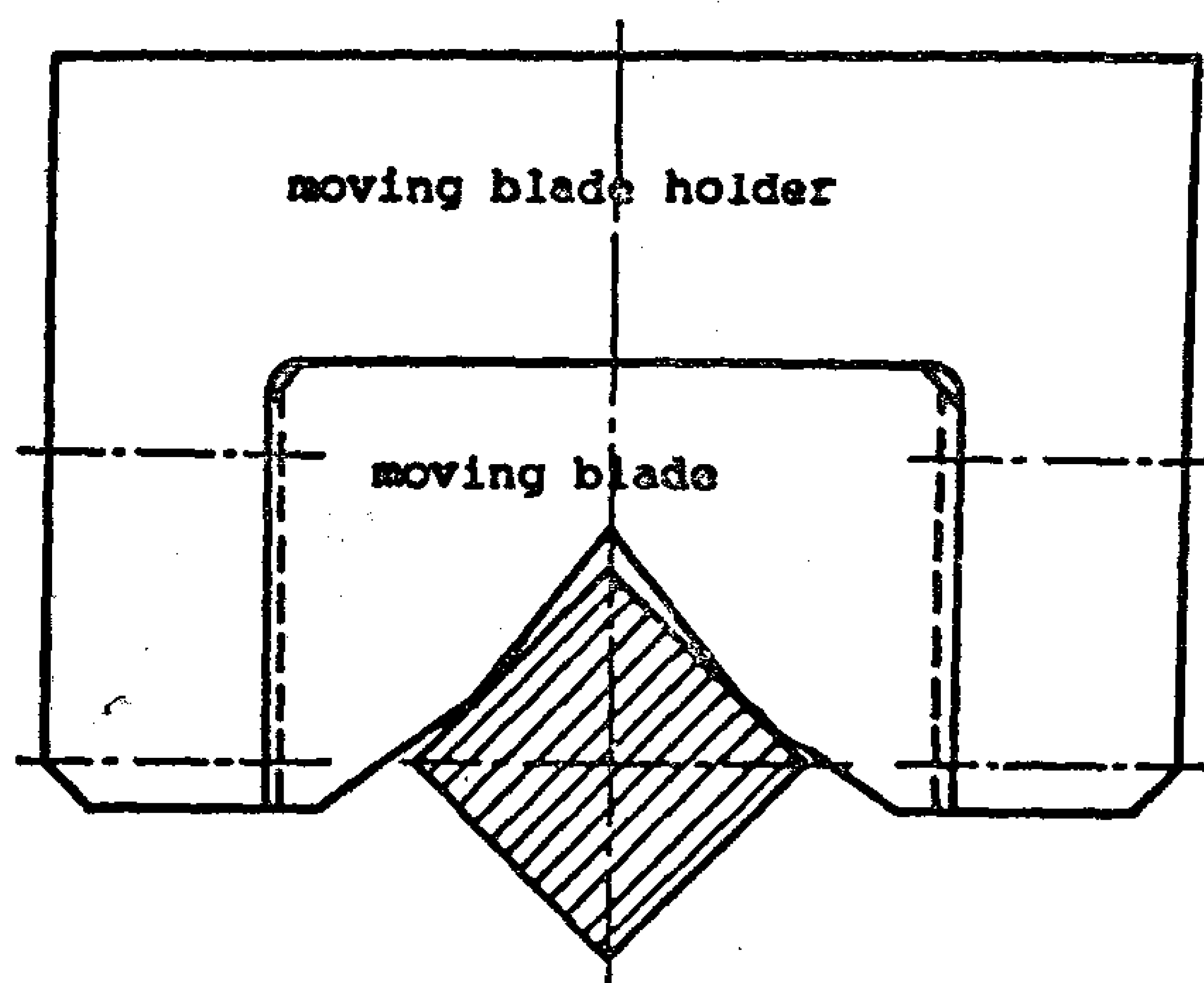


Figure 7: Bridge readings against displacement for different friction conditions.



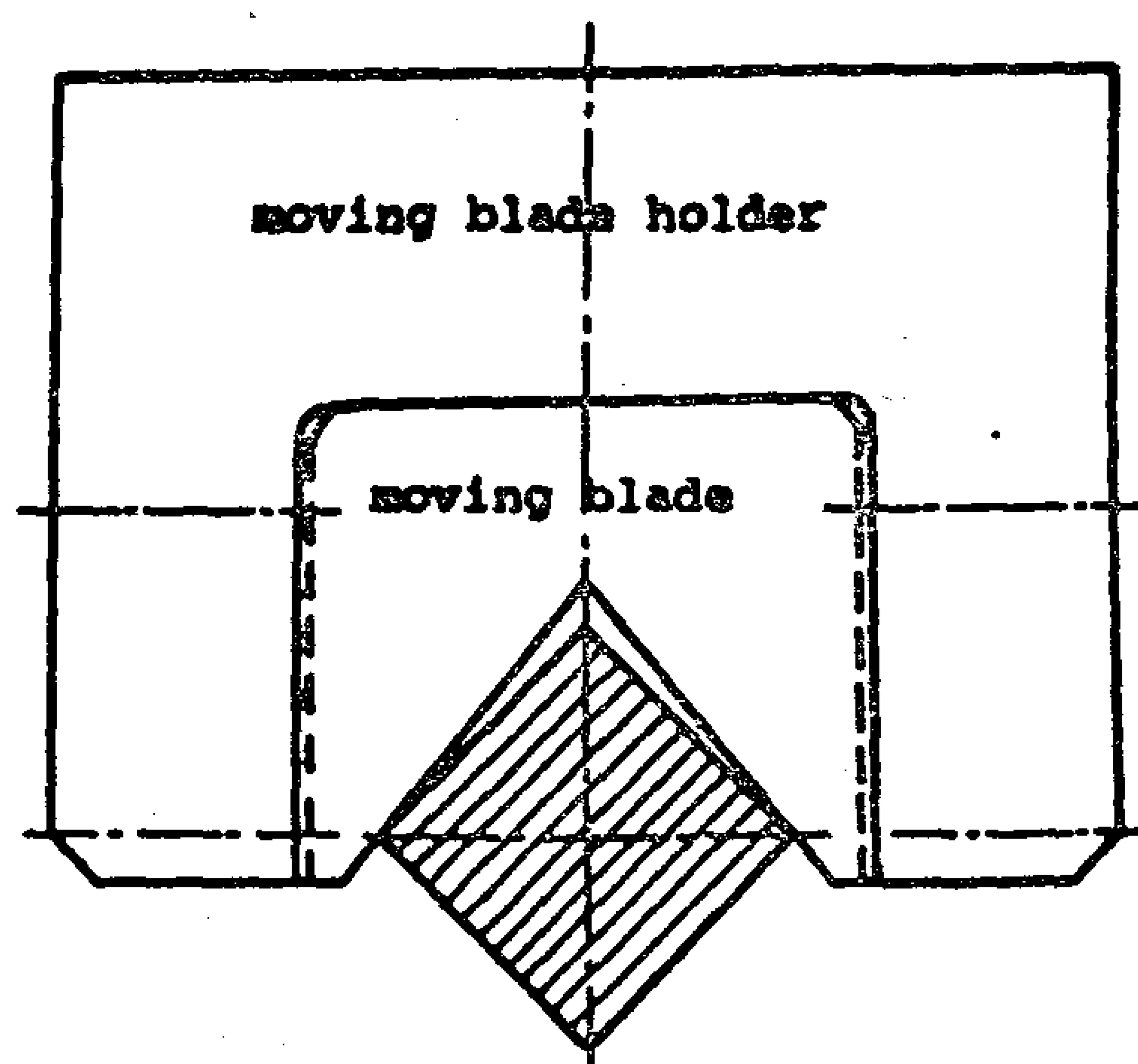


Figure 8: Adoption of clearance angle on moving blade surfaces.

fit into the avaiable space. Calibration of the load cell was carried out on a 3000 kN hydraulic press (Denison testing machine). The calibration curve is straight line passing through the origin as shown in figure (5). However, when the load cell was used to measure the cropping

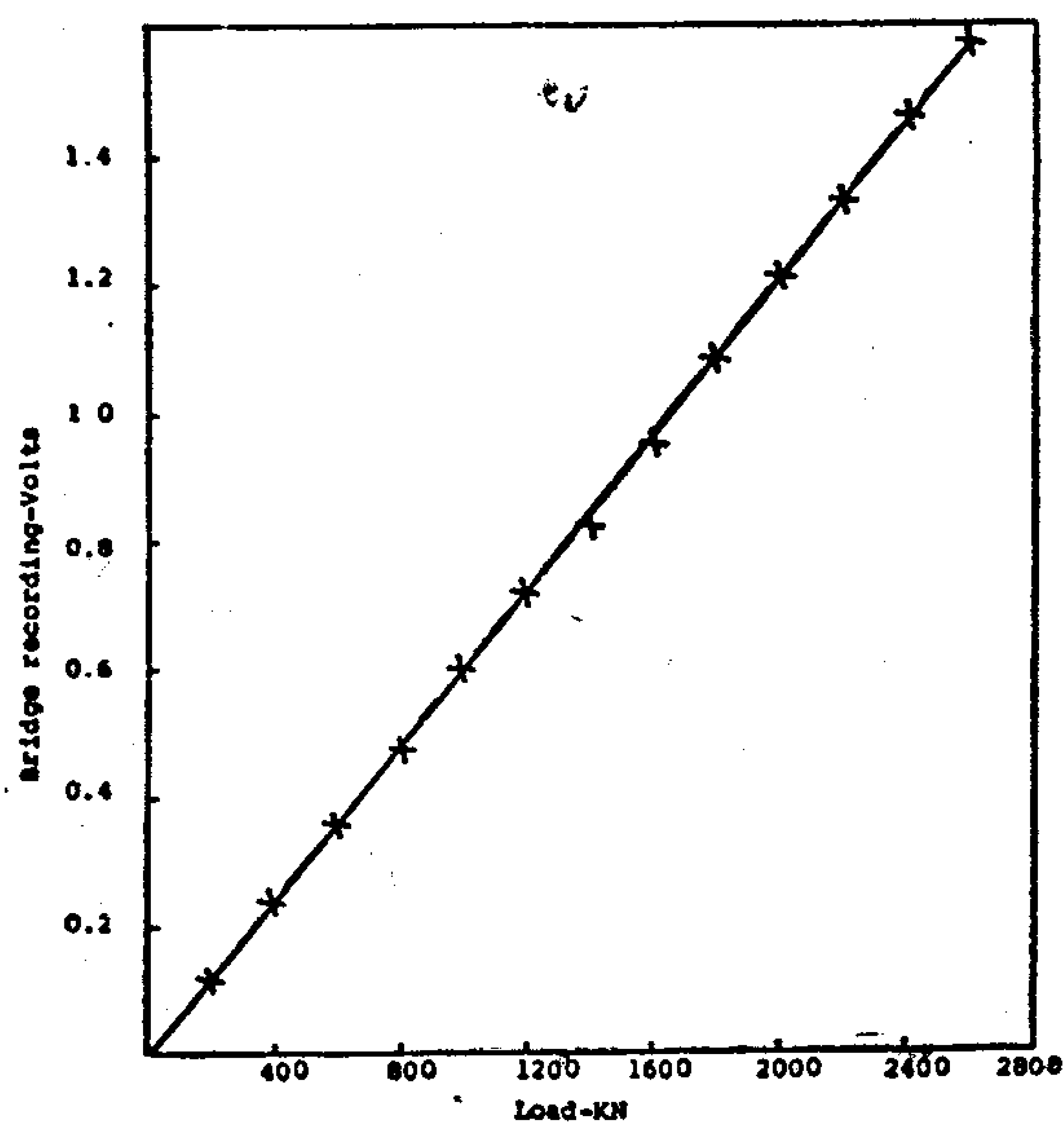


Figure 5: load cell calibration chart.

loads on the crank press the output voltage readings and the corresponding loads were much higher than expected. It is well known that static friction is much higher than dynamic friction, and the effect that at high speed the friction coefficient between two surfaces is less than at low speed, makes a considerable difference in the load cell output readings. The load cell was calibrated under static condition in which the friction component is quite high and this consequently causes bareling of the load cell. Under such condition the load cell output does not only represent the acting compressive loads but also represents the bending effect due to barelling. As the strain gauges are cemented on the outer surfac of the load cell the barelling effect is of an opposite sign to the applied compressive loads and the resultant outupt is reduced. As the friction is reduced the output reading should increase and when a frictionless condition is achieved the bridge readings will represent the actual comprssive loads acting on the load cell with no barelling effect. To provide an experimental evidence for this argument the load cell was calibrated under three different friction conditions and the difference in the output readings is clearly shown in Figure (6), while figure (7) shows three traces for the output voltage against displacements for the three cases. It is shown that while the maximum load for each trace is the same, the output voltage is different, a deviation of 27% is observed. When graphite is applied a considerable reduction in the friction component is achieved and the output voltage readings approach the recorded readings during cropping. For this reason any further load measurements were made on the Denison hydraulic machimne, while the load cell and a linear displacement transducer were used for the recording of the load-displacement diagram.

4. Effect of Clearance Angle on Cropping Loads and Billet Quality

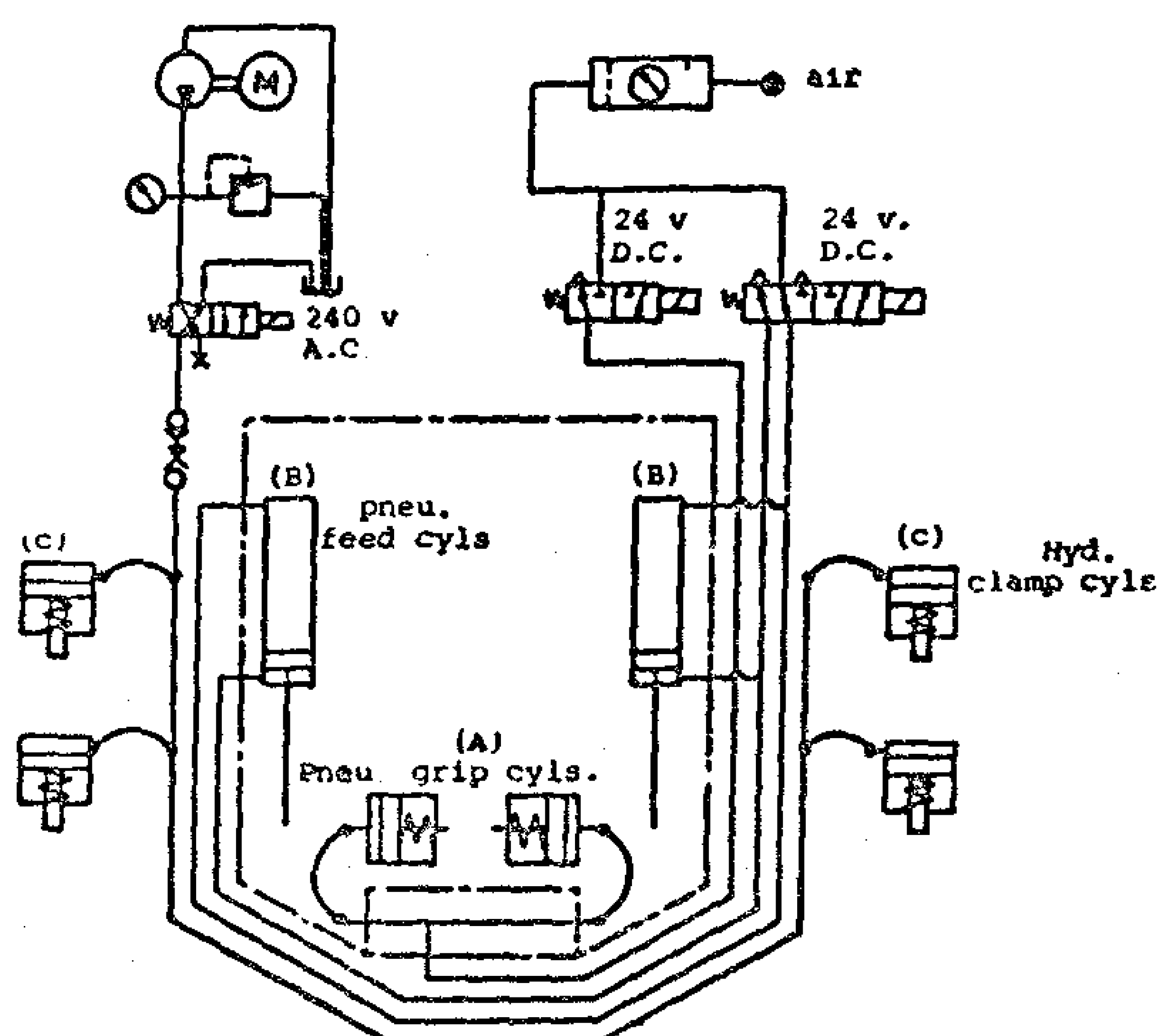
4.1 Introduction

It is well understood that billet separation in bar cropping depend on the type of material being cropped. For highly ductile material such as

cuit shown in Figure (4) the following symbols are given for the different functions :

1. Pneumatic grip cylinders ...... (A)
   A+ : grip bar, A- : release grip.

2. Pneumatic feed cylinders .... (B)
   B+ : return feed, B- : feed bar.



SEQUENCE
A+ grip bar.
B- feed bar.
C+ clamp bar.
* A- release grip.
** B+ return feed.
D+ crop.
C- release clamp.
* start immediately after C+ start.
** start immediately after A- stop.

Figure 4: Control circuit of the cropping operation.

3. Hydraulic clamp cylinders : (C)

   C+ : clamp bar, C- : release clamp.

4. D+ : crop

   and therfore one complete sequence will be as follows:

SEQUENCE

A+	Grip bar
B—	Feed bar
*A—	Release grip
C+	Clamp bar
**B+	Return feed
D+	Crop
C—	Relase clamp

* Starts immediately after C+ starts

** Starts immediately after A- ends

This sequence has been chosen to achieve the fastest and most productive cycle. For performing the cropping operation a 2000 KN (Wilkins and Mitchel, D30-HB-1.8) crank type press was used. It operates at 45 strokes per minute, with a stroke length of 100mm, and the initial strock position can be varied within 50 mm.

3. Instrumentation for recording load and displacement:

A record of the load versus displacement for various conditions has been taken. The cropping loads are measured by strain gauge load cell, which is of 3000 kN capacity. A set of eight strain gauges (120 Ohm, 2.00 gauge factor. Tokyo Sokki Nenky Ujo Co. Ltd.) has been used. Four strain gauge are cemented axially, while the other four are cemented circumferentially to allow for temperature compensation. The load cell is used in conjunction with a Hottinger bridge amplifier (50 kHZ carrier frequency) and the output was displayed on a storage type oscilloscope. The load cell is of cylindrical shape with adapted dimensions to

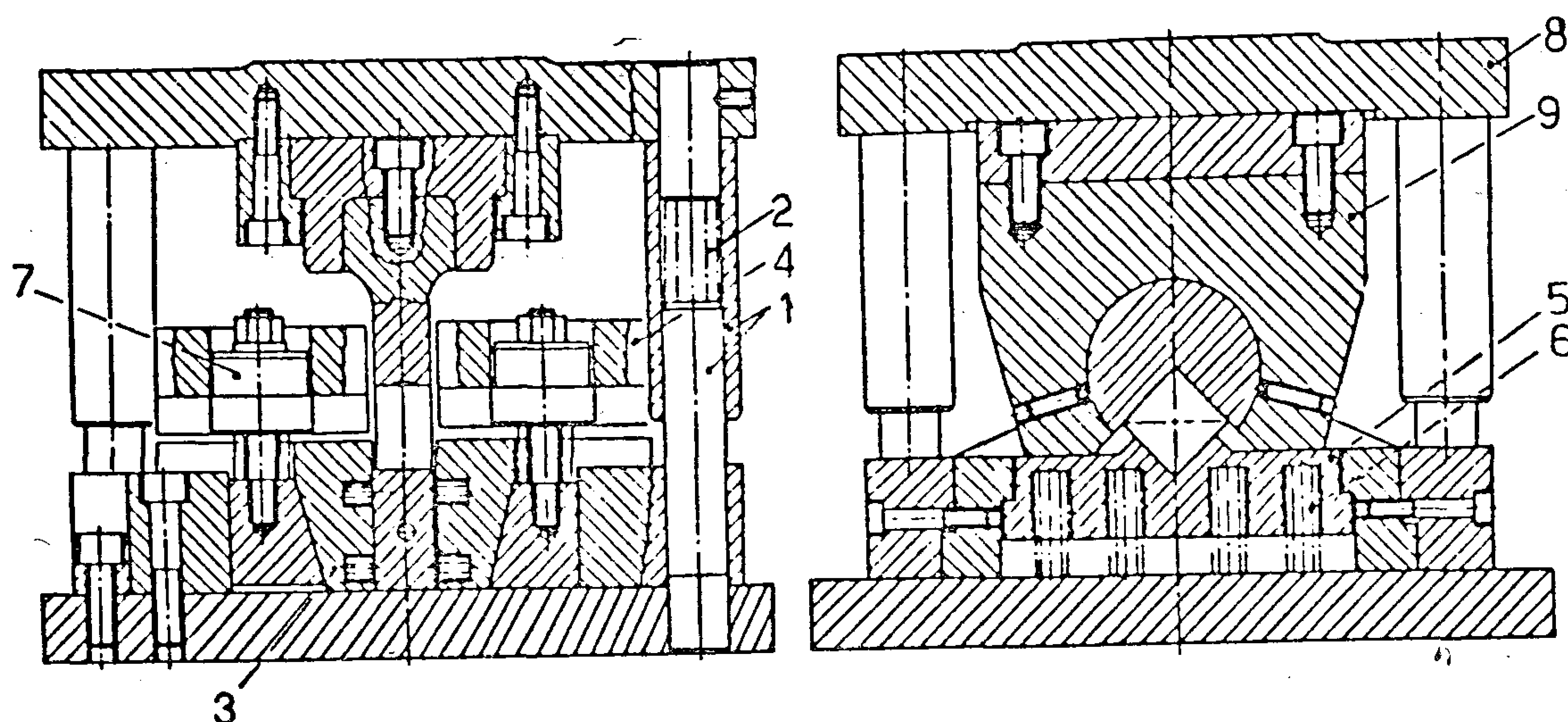


FIG.3. Double cropping tool set assembly

(b) Good alignment between the relatively moving blades resulting in long life of cutting edges.

(c) Sufficient clamping load on bar and end-crop which reduces bending and produces better quality crops.

(d) Changeable central billet length.

The moving and stationary parts are assembled as one unit using four guide posts (1) with springs (2) for self-return of the moving head at the end of the stroke. The stationary parts are provided in the form of integated blocks which carry the stationary blades (3) as well as pressure pads (4). The central billet is supported by a billet support (5) which rejects the billet once cropping is completed. Billet rejection is achieved by four springs (6). The pressure pads are mounted on two hydraulic cylinders (7) to apply clamping pressure on both the bar and end billet sides during cropping. The moving part incorporates a top plate (8) carrying the moving blade holder (9) which is free in a lateral direction (perpendicular to the bar axis) so that the blade can float to align with any tolerances on the bar size. For the application of clamping pressure, a hydraulic system is used. Each pressure pad is mounted on two compression cylinders (Enerpac RWH - 120 HOLL-O-CYLINDER) which are capable of appliying up to 250 KN of clamping force. These cylinders allow a travelling strok of up to 8 mm. A schematic representation of the hydraulic circuit is shown in Figure (4). An automatic bar feed is readily incorporated into the machine. With automatic feeding billets can be produced at the rate of about one per second. The penumatic feed circuit consists of two pneumatic grip cylinders and two pneumatic feed cylinders as shown in Figure (4). The sequence of the whole operation can be controlled either by a mechanical system, cam timer, or by an electronic integrated circuit. In the cir-

consumed in the process is calculated by integrating the load-displacenment curve. The effect of several process variables, i.e. bar material, billet geometric configuration, cropping speed, blade clearance, clamping and axial pressures, etc. has been extensively studied in the Depart- of Mechanical Engineering at the University of Birmingham.[1-5] According to the results obtained from these studies a double cropping tool set has been designed and constructed in the above mentioned Department. The tool set has been refined for working as production unit. One of the features of this tool set is the adoption of a clearance angle on the cutting faces of the blades. In this report the tool set is described, and because of the lack of published information on the effect of the grinding of different rake and/ or clearance angles on the cutting faces of the blades, some of the results using this effect are given.

2. Description of the double Cropping tool set

A schematic diagram of this double cropping tool set is shown in figure 2,

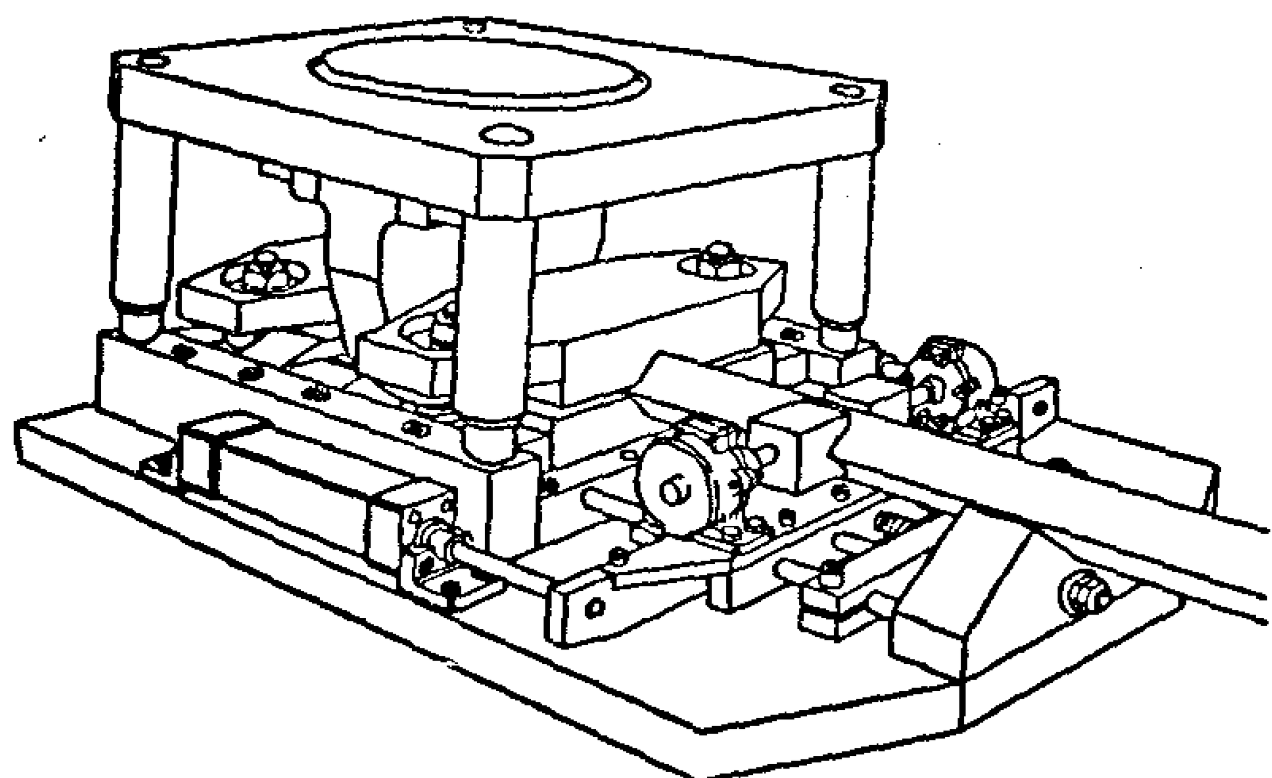


Figure 2: A schematic diagram of the double cropping tool set.

while figure 3 shows a front and side elevation of the tool assembly. The general features of the tool set is that it has been designed to crop billets from square bars of maximum cross-sectional side 50mm. The central billet length can vary between 38mm and 76mm, while the length of the end billet is flexible and governed by bar stop only. The open height of the tool set is 400mm and the minimum (closed) height is 375mm allowing for 25mm maximum blade stroke. The tool set is designed to give the following main characteristics :

(a) rigidity; die set rigidity is a factor demonstrably affecting offcut quality. Tool life is also adversely affected by insufficiently rigid tooling. because deflections can result in relative movement between the moving blade and the bar material. Such probems could be accentuated when cropping is carried out at high speed, due to high impact loading. Rigidity of blade mounting is just as important as rigidity of the die set. In the tool set shown, the blades are simply clamped against the face of the moving blade holder by two screws, an arrangement providing for simple, and therefore inexpensive, blades. However, the stressraising effect of the screw holes, or the possibility of the screws loosening under repeated impact might cause premature failure of the blades. Therefore, some form of simple location of the bades in addition to the clamping is necessary. This has been achieved by manufacturing the blade insert so that it slides into the insert holder in a close fitting arrangement through a 'T' slot.

ANALYSIS OF DOUBLE CROPPING USING V-TYPE BLADES WITH CLEARANCE ANGLES

By

*S.O. EL-Helieby

Analysis of double cropping using V-type blades with clearance angles

1. INTRODUCTION

Extensive studies of literature on bar cropping show that quality of the billet is determined by configuration of the cropping tool. Billet quality can also be improved by adjustment to the tool and cropping velocity and force clamping the bar as it is cropped. Typical tool layouts for cropping square or round section bars are shown in Figure (1). These tools in which the blades being profiled to fit the bar surface are the most widely used. The bar is held often quite loosely in the bar holder and rests on the fixed blade. The billet is subject instantaneously to an impulsive force from the moving blade. The blade and billet subsequently move together and in contact until final separation occurs after a finite penetration by the moving blade.

Typical tool layouts for cropping square or round section

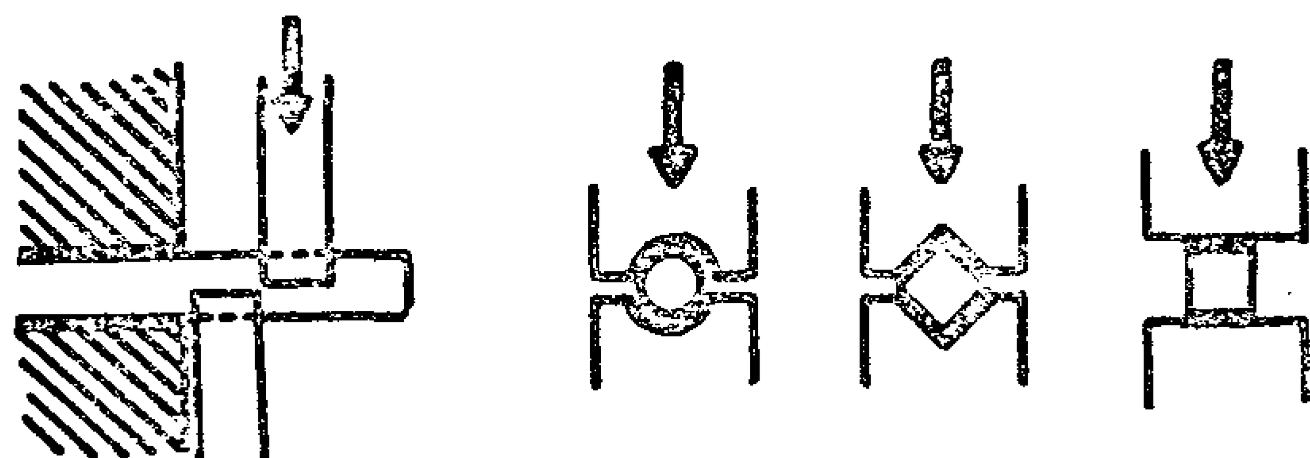


Fig. (1)

Recent developments in conventional cropping have been directed towards bending of the off-cut as this is the most ned by sawing. The majority of the development work has centred on developing tool-sets which would reduce the bending of the off-cut as this is the most serious factor affecting billet quality. The second group of study have concentrated on refining the tool sets for working as production units. It is natural that the final judgement would be based on the two main criteria upon which the process is evaluated. These are the quality of billets and the cropping loads. The required quality of the produced billet is mainly governed by the subsequent operation the billet will be subjected to. For example if the billets are to be subsquently hot forged, a certain amount of distortion can be tolerated, but in clod forming proocess, good quality billets are essential. The load and energy required for cropping are essential parameters for providing data for design consideration Load displacement diagrams are usually traced experimentally using any of the well known techniques. while the energy

* Lecturer in the Faculty of Petroleum and Mining Engineering, Seuz.

This case study illustrates only one of the capabilities of this type of program. Other «what» if» changes could be used partial or total productivity indices to develop how much the firm should expense next period to achieve a specific amount of productivity.

Finally, spreadsheet software has many advantages such as available at reasonable cost, learnable, reducible calculation errors, and create graphic mode.

REFRENCES

Bitran, G.R., Chang, L., «Productivity Measurement at the Firm Level,» INTERFACES 14: May-June, 1984, pp. 29-40.

Brayton G.N., «Simplified Method Of Measuring Productivity Identifies Opportunities For Increasing It,» Ind. Eng., Feb. 1983, pp. 49-56.

Craig, C.E., Harris, C.R., «Total Productivity Measurement at the Firm Level,» Sloan Manag. Rev., vol. 14, no. 3, 1973, pp. 13-29.

Kendrick, J.W., «Measuring Productivity,» Financial Executive, vol. 40, no. 10, 1972, pp. 24-27.

McDermott, K.J., «Microcomputer And Spreadsheet Software Make Time Studie Less Tedious, More Accurate,» Ind. Eng., July 1984, pp. 78-81.

Morse, L., Whitehouse, G.E., «IEs Must Look At Equipment, Needs In Choossing Spreadsheets, : Ind. Eng. March 1985, pp. 21-31.

Mundel, M.E.. «Wanted: A System that provides, Box Scores For Productivity,» Ind. Eng., October 1983, pp. 74-81.

Rickles, H.V., Elliott, K.A. «Spreadsheet Programs Enable Quick Custom Analyses Of Material andling Problems,» Ind. Eng., Feb. 1985, pp. 80-85.

Sumanth, D.J., «Productivity Measurement and Evaluation Models for Manufacturing Companies,» Ph.D. dissertation, Illinois Institute of Technology, Chicago, Aug. 1979. (University Microfilms, Ann Arbor, Mich., no.80-03, 665).

Sumanth, D.J., «Survey Results: How Major Non - Industrial Corporations Measure Their Productivity,» Ind. Eng., Sept. 1981, pp. 32-34.

Sumanth, D.J., «Productivity Engineering And Management McGraw - Hill, Inc., New York, 1984.

Taylor, B.W., Davis, R.K., «Corporate Productivit - Getting It All Together», Ind. Eng., vol. 9, no. 3 1977, pp. 32-36

Yanisiew, W., «Productivity Index Factors In Effects Of Energy Use And Conservation,» Ind. Eng., Feb. 1982, pp. 50-54.

Table 2: Summary of productivity measures for H.E.Co.

Element	Engine body Period 0 (1983)	Engine body Period 1 (1984)	Cylinder head Period 0 (1983)	Cylinder head Period 1 (1984)	Piston sleeve Period 0 (1983)	Piston sleeve Period 1 (1984)
Total Output	745200	951700	324450	402500	113400	140000
Input:						
Human	4640	5897	6304	6166	4101	5103
Material	440000	497250	52800	56700	48400	54000
Capital	123140	129900	97125	103640	49800	52500
Energy	7731	9810	2731	2817	1379	1503
Other ex.	3219	4372	3219	4372	3219	4372
Total Input	578730	647229	162179	173695	106899	117478

Total Productivity analysis report

Element		Engine body Period 0	Engine body Period 1	Cylinder head Period 0	Cylinder head Period 1	Piston sleeve Period 0	Piston sleeve Period 1
Total productivity	value:	1.288	1.470	2.001	2.317	1.061	1.192
	index:	1.000	1.141	1.000	1.158	1.000	1.123
Partial productivity							
Human	value:	160.603	161.387	51.467	65.277	27.652	27.435
	index:	1.000	1.005	1.000	1.268	1.000	.992
Material	value:	1.694	1.914	6.145	7.099	2.343	2.593
	index:	1.000	1.130	1.000	1.155	1.000	1.106
Capital	value:	6.052	7.326	3.341	3.884	2.277	2.667
	index:	1.000	1.211	1.000	1.162	1.000	1.171
Energy	value:	96.391	97.013	118 802	142 882	82.233	93.147
	index:	1.000	1.006	1.000	1.203	1.000	1.133
Other ex.	value:	231.500	217.681	100.792	92.063	35.228	32.022
	index:	1.000	.940	1.000	.913	1.000	.909

Summary of company's productivity

Element		Period 0	Period 1
Total productivity	value:	1.395	1.592
	index:	1.000	1.141
Partial productivity			
Human	value:	78.634	87.044
	index:	1.000	1.107
Material	value:	2.186	2.458
	index:	1.000	1.124
Capital	value:	4.381	5.224
	index:	1.000	1.192
Energy	value:	99.911	105.747
	index:	1.000	1.058
Other expenses	value:	122.507	113.922
	index:	1.000	.930

Actual table 5 pages long and double size width
Input and output measures are in E.L.

The microcomputer

A standard micro consists of:

Hardware which includes central processing unit, memory device (ROM/RAM) monitor, keyboard, and disk drive.

Software which includes system programs in ROM, industrial programs in RAM, and other «canned» programs.

A computerized worksheet or matrix is developed using the memory of the micro to record and manipulate various labels, values and formulas. The spreadsheet packages are available such as VisiCalc, Muliplan, Lotus 1/2/3, MuliCalc, MacChart, and SuperCalc.

These electronic spreadsheet represent various levels of development of the electronic spreadsheet. As each generation of spreadsheet advanced, many new features were added (Morse and Whitehouse, 1985). Thus, the choice of which package should be used depends on how large a desired spreadsheet is, and how important the recalculation speed is. For example, Table 1 shows the differences among 3 software packages.

To demonstrate the use of electronic spreasheet. data was collected from Helwan Engineer Comp. shoubra unit" by under -graduate stundents for their project, Helwan University (1984-1985). Table 2 is a typical configuration of electronic spreadsheet layout.

Three products which are produced in the company are: engine body, cylinder head, and piston sleeve. The calculation in each column are basic on the recommendation of total productiity model (Sumanth, 1984).

Discussion and conclusion

It is easy to figure out from table 2 that the firm's total productivity index increased in 1984 compared to 1983 (base period) by 14.1%. The increases are, respectively, 14.1%, 15.8%, and 12.3% for products engine body, cylinder head, and piston sleeve. The format of results presented in taple 2 will help management pinpoint the areas needed to improve productivities further. For instance, in the case of 3 poducts we have, the partial indices for other expenses factor are .94, .913, and .909 in 1984 compared to 1983 (base priod). This implis that the decreases in partial productivities are 6, 8.7, and 9.1 percent, respectively. Management thus has a very objective picture in front of it to monitor productivity improvement in future periods, as far as this factor is concerned.

Table 1. Comparison Chart: Spreadsheets

Comparison	VisiCalc	Muliplan	Lotus 1-2-3
Min. memory capacity	48 K*	64 K	128 K
Max. raws	254	255	2048
Max. columns	64	63	256
Individually variable width	no	yes	yes
Center label in column	no	yes	yes
Formulas and functions	limited	limited	unlimited
On screen help or tutorial	no	yes	yes
Automatic recalculation	column by column	multiple	multiple
Macros	not programmable	programmable	programmable
Graphics	not offered	not offered	offered

* If there is any machine available (1981 version).

ELECTRONIC SPREADSHEET : IS IT APOWERFUL TOOL FOR EVALUATING PRODUCTIVITIES

M.Z. Ramadan,* F.A. EL-Gayar**

A great deal of attention should be focused on the application of a simple and fast way for evaluating partial and total Egyptian companies' productivities. In this paper, it is discussed a case study to show how a large scale company could applied electronic spreadsheet on a microcomputer for evaluating its productivities. The new method cut a great time for productivity calculations, and easily identified production defective lines.

INTRODUCTION

It has long been held that standard of living of a country is a function of its productivity and its natural resources (Bitran and Chang, 1984). Productivity is defined as an activity which converts figure of goods and services (input) into another figure of goods and services (output). Brayton, 1983).

For the purpose of this paper, the basic types of productivity measures are partial, total factor and total productivity (Sumanth, 1981). Partial productivity is types of input (i.e., material, labor, the ratio of gross or net output to one capital, or energy), (Kendrick, 1972). Total factor productivity is the ratio of net output to the sum of labor and capital inputs (Taylor and Davis, 1977). Total productivity is the ratio of gross output to all inputs which include human, material, capital, energy and other expense inputs (Craig and Harris, 1973; Sumanth, 1979).

The longest journey starts with a single step. The first step toward improving productivity is measuring it (Mundel, 1983. Whatever the approach, accurate and adequate metering are prerequisites to a cost effective management program. Moreover, the cycle of measurement, evaluation, planning and improvement of productivity must be continuous process (Yanisiew, 1982). It must therefore use a powerful tool to help industrial engineers for evaluating their companies, productivities.

Personal microcomputer and spreadsheet software make IE engineering measures less effort, and more accurate (McDermatt, 1984). That means that industrial engineer could run his own analysis and play with it without worrying about computer costs and sharing time with others (Rickles and Elliott, 1985). Not only these advantages are considered, but also these softwares are regarded as visible calculators. Data and assumptions are entered in the model at the intersection of rows and columns in the same way they appear on the engineer's worksheet. At the intersection there is a high lighted «active cell» on the worksheet, which may be moved around by pressing the direction keys.

* Ph.D. Graduate Student, Departmentof Industrial Engineering, West Virginia University. M.S.I.E. from University of Miami, FL. Associate member of HFS, IIE, ACM, and OSRA.

** Associate Professor, Department of Production Engineering, Helwan University, Cairo, Egypt.

INDUSTRY & PRODUCTION

INST. OF MECHANICAL ENGINEERS
INST. OF ELECTRICAL ENGINEERS

loaded end increases at an almost constant rate up to a critical steel stress after which general slipping takes place along the embedded bar (Figures (3) and (4)). The critical steel stress thus occurs when the slipping commence at the free end of the embmedded bar.

The effect of the bar size, concrete strength and curing conditions on the bond coefficients ψ and k and the aveage bond resistance of the plain bar were invetigated. Tables (1) and (2) show the summaries of the results of the plain bars from which the following conclusions are drawn:

1. The bar size considerably affects the bond coefficients ψ and k while the value of ψ increases with large bars the opposite is the case for the value of k. The average value of ψ for the 10,16 and 25mm diameter bars were found to be 0,14, 0.22 and 0.28 respectively and the corresponding values of k 226 N/mm^2, 152 N/mm^2 and 88 N/mm^2. This indicates that the bond equation $f b = \psi (k - f s)$ is not universally applicable.
2. There is no significant effect on the value of ψ due to the variation of concrete strength and curing condition for a particular bar size.
3. The specimens of the higher concrete strength gave values of k greater than those of the lower concrete strength by an average of 26%.
4. The moist cured specimens gave values of k higher than the corresponding dry cured specimens by an by an average of 26%.

REFERENCES

n1. Bennett, E. W. "A Theory for the Movement of Cracks in Concrete Members with Plain Bar Reinforcement or Plain Wire Tendons" Mag. of conc. Res. vol. 26, No. 87, June 1974.

2. Glanville, W.H. "Studies in Reinfonced Concrete 1 : Bond Resistance London, H.M. Stationery Office, 1930. DSIR Building Research Technical paper No. 10.

3. Abarams, H.A. "Studies of Bond Between Concrete and Steel" Bulletin, No. 71, University of Illionois, (1913).

4. Watstein, D. "Distribution of Bond Stress in Concrete Pull-Out Specimens", ACI Journal, Proc. Vol. 18, No. 9, May 1947, pp. 1041 - 1052.

5. Rilem : "Symposium on Bond and Cnack Formation in Reinforced Concrete Stockholm, 1957, Vols. I and II.

6. Wilkins, B. J. "Some Experiments on the Load Distribution in bond tests" Magazine of Concrete Research : No. 5, Januar 1951, pp. 65-72.

7. Perry, E. and Thompson, J. N. "Bond Stress Distribution on Reinforceing Steel in Beams and Pull-out Specimens", ACI Journal, Proc. Vol. 64, (August 1966) pp. 865-874.

8. Plownan, J.M. "The measurement of bond strength" RIEM Symposium on bond crack formation in Reinforced concrete,, Stockholm, 1957 Vol. 1, pp. 147.

9. Rehm, G. "The Fundamental Law of Bond" RILEM symposium on bond and crack formation in Reinforced concrete, Stockholm, Vol. II, 1957, pp. 491-498.

10. E. Ibrahim Mustafa Helmy "Bond and cracking in Concrete Members with Plain Reinforceing Bars "Ph.D thesis, Dept. of Civil)ngineering The University of Leeds, 1978.

11. Wernish, G.R. "Bond Studies of Different Types of Reinforcing Bars" ACI Journal, Proc. Vol. 34 (Nov-Dec. 1937), pp. 145.

12. Neville, A.M. "Properties of Concrete" Sir Isaac Pitman and Sons Ltd., 1963, pp. 462 - 512.
The state of Art "ACI Manual of Con-

13. ACI Committee 408 "Bond stress-crete pnactice, part 2, American concrete institute, Detroit, Michigan, 1968, pp. 408-425.

for the 10,16 and 25mm diameter plain are 39%, 25% and 17% more than those of the lower concrete grades respectively.

Curing Conitions

Table (2) shows the effect of the curing conditions on the bond coefficients ψ and k. It can be seen that while there are no significant effect on the value of ψ in most cases, the value of k of the moist specimens are higher than those of the dry specimens. In the case of the higher concrete grade, the value of k of the moist specimens increases by an average of 30% more than that of the dried specimens. For the lower concrete grade the value of k of the moist specimens increases by an average of 30% more than that of the dried specimens. For the lower concrete grade he value of k of the moist specimens is greater than that of the dry specimens by an average of 20%.

Surface Texture

Comparing the results of otherwise identical groups with different bar surface conditions in Table (2), it can be seen that the value of both coefficients ψ and k have been affected by the surface texture of the ars. In the case of 16 mm bar the alue of ψ and k for the plain bars are 0.225 and 191 N/mm² respectively and for bright mild steel bars 0.016 and 123 N/mm². These results show an increase in the value of ψ and k of 41% and 55% espectively in favour of the plain bars. Almost identical results were obtained when comparing the two types of the 25mm diamter bars.

CONCLUmSIONS

From the measunements of slip at the loaded and free ends of the pull-out specimens, it is seen that as the steel stress in the bar increases the slip at the

Table (2) : Evaluation of the Bond Ceofficients K & Ψ using the Pull-Out Test Results .

Group No	Specimens Ref.No	Shorter Specimens		Longer Specimens		$\frac{fso1}{fso2}$	ψ	k N/mm²
		L1	fso1 +	L2	fso2 +			
1	P10HM	100	117.40	150	155.70	0.754	.0135	289.0
2	P10HD		93.06		124.50	0.748	.0130	236.7
3	P10LM		88.98		115.80	0.768	.0145	204.8
4	P10LD		77.00		99.49	0.744	.0150	175.0
5	P16HM	100	82.29	200	129.33	0.636	.0225	191.5
6	P16HD		65.01		94.13	0.691	.0210	147.0
7	P16Lm		63.68		100.36	0.635	.0212	154.9
8	P16LD		51.34		79.13	0.649	.0200	115.6
13	P16*HM		41.22		68.12	0.605	.0162	123.4
9	P25HM	100	30.50	200	50.11	0.609	.0284	110.2
10	P25HD		22.84		37.12	0.615	.0290	81.0
11	P25LM		23.72		38.71	0.613	.0282	86.7
12	P25LD		19.61		32.65	0.600	.0267	76.4
14	P25*HM		15.36		26.38	0.582	.0210	71.3

* Brigh mild steel bar
\+ Average of 3 tests .
σ Standard deviation .
H : Higher concrete grade , L : Lower concrete grade .
M : Moist , D : Dry .
f_{cu} : Cube Strength after 28 days in N/mm .

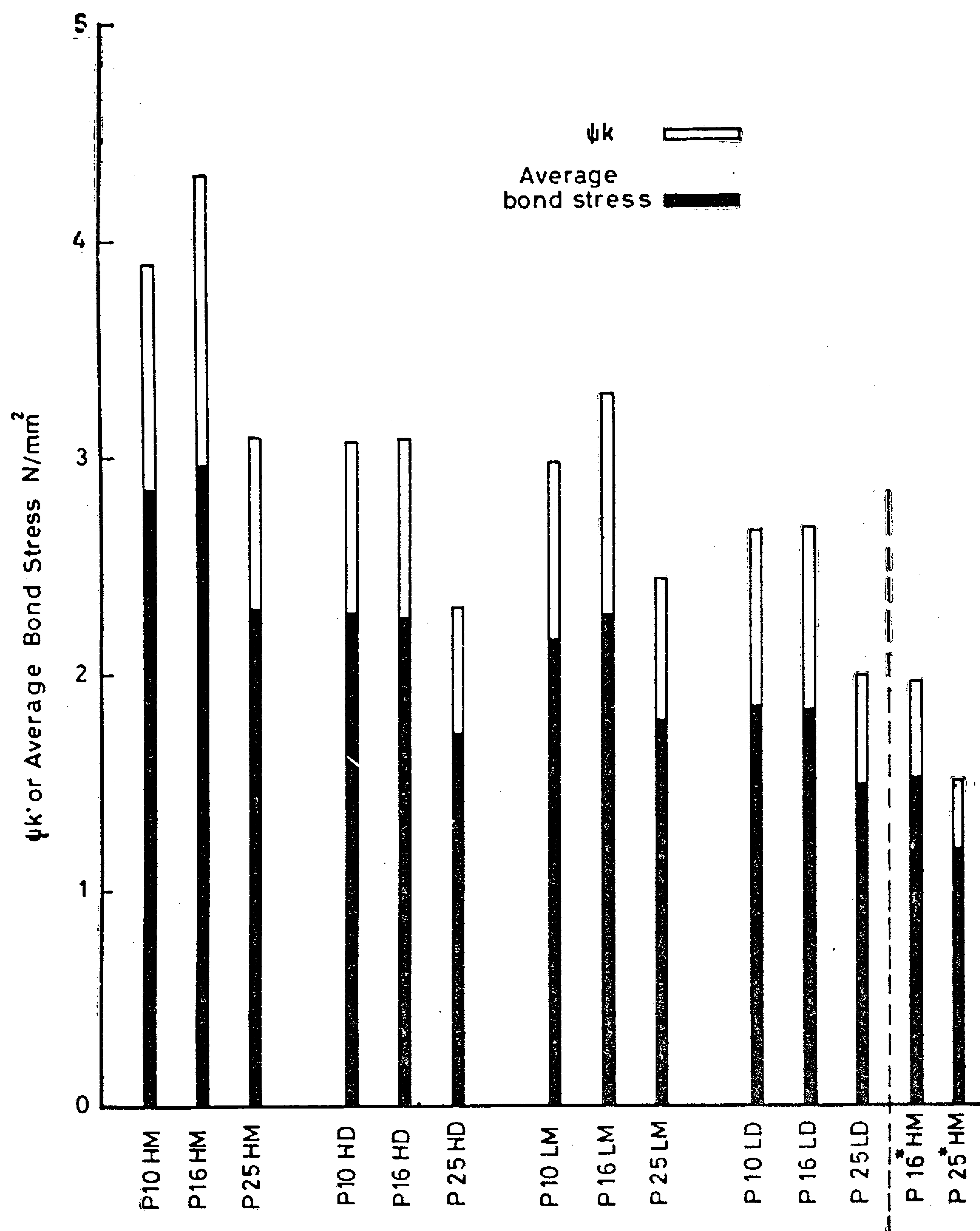
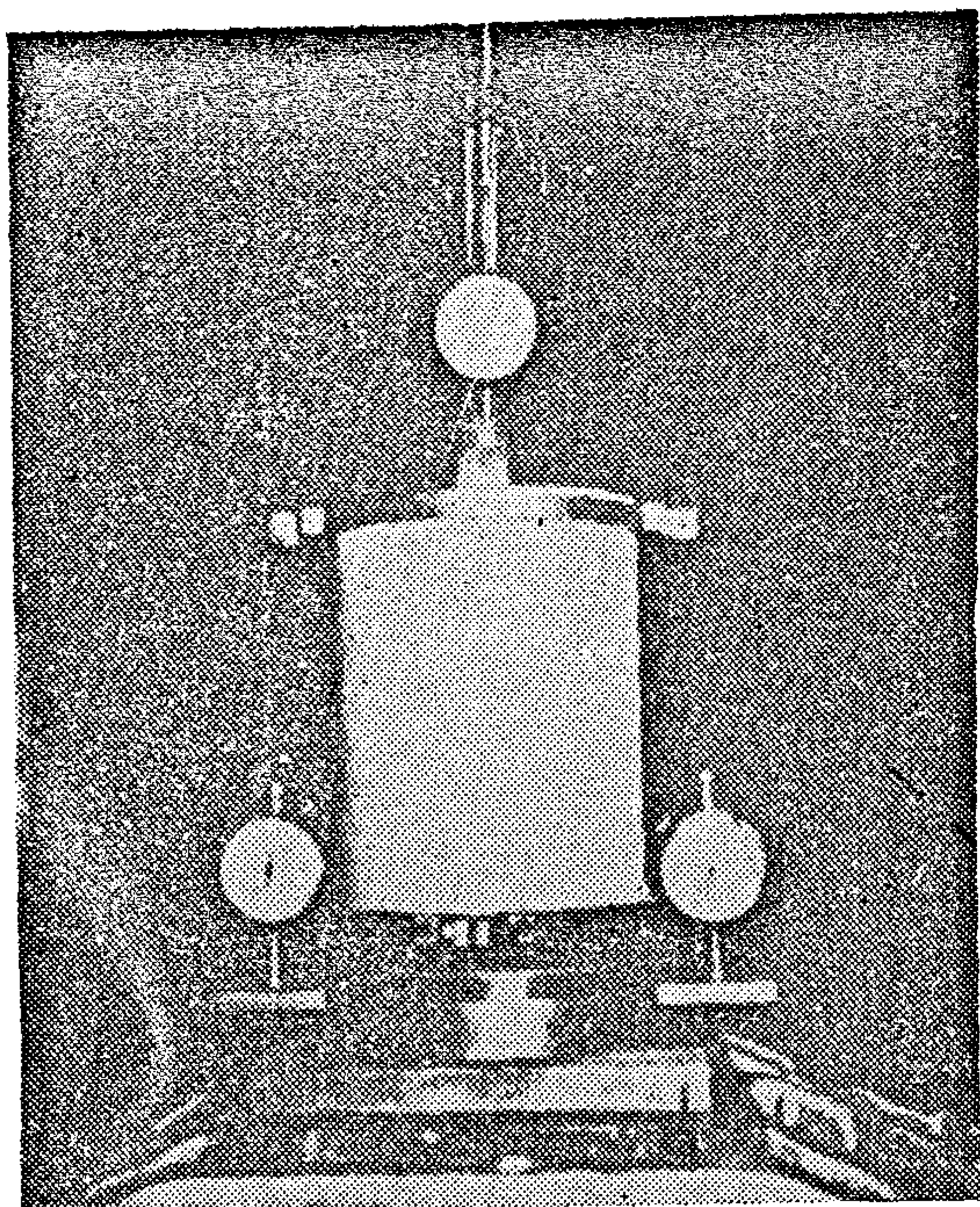


Fig. (5) Average bond stress at first slip loads and ψk values

the case for the vaue of k. The average values of ψ obtained for the 10,16 and 25mm plain bars are 0.14, 0.22 and 0.28 respectively and the corresponding value of k are 226 N/mm2, 152 N/mm2 and 88 N/mm2. This is an important phenomenon and indicates that the initial hypothesis represented by the bond equation $f b = \psi (k - f s)$ is not universally applicable, otherwise the same values of ψ and k would be obtained for all sizes of bar and all lengths of embedment.

Concrete Quality

The analysis of the results shows that for the particular bar size while variation in the value of ψ with different concrete strengths is negligible, the value of k increases with the greater concrete strength, The average increases in the k values of the higher conrete grade



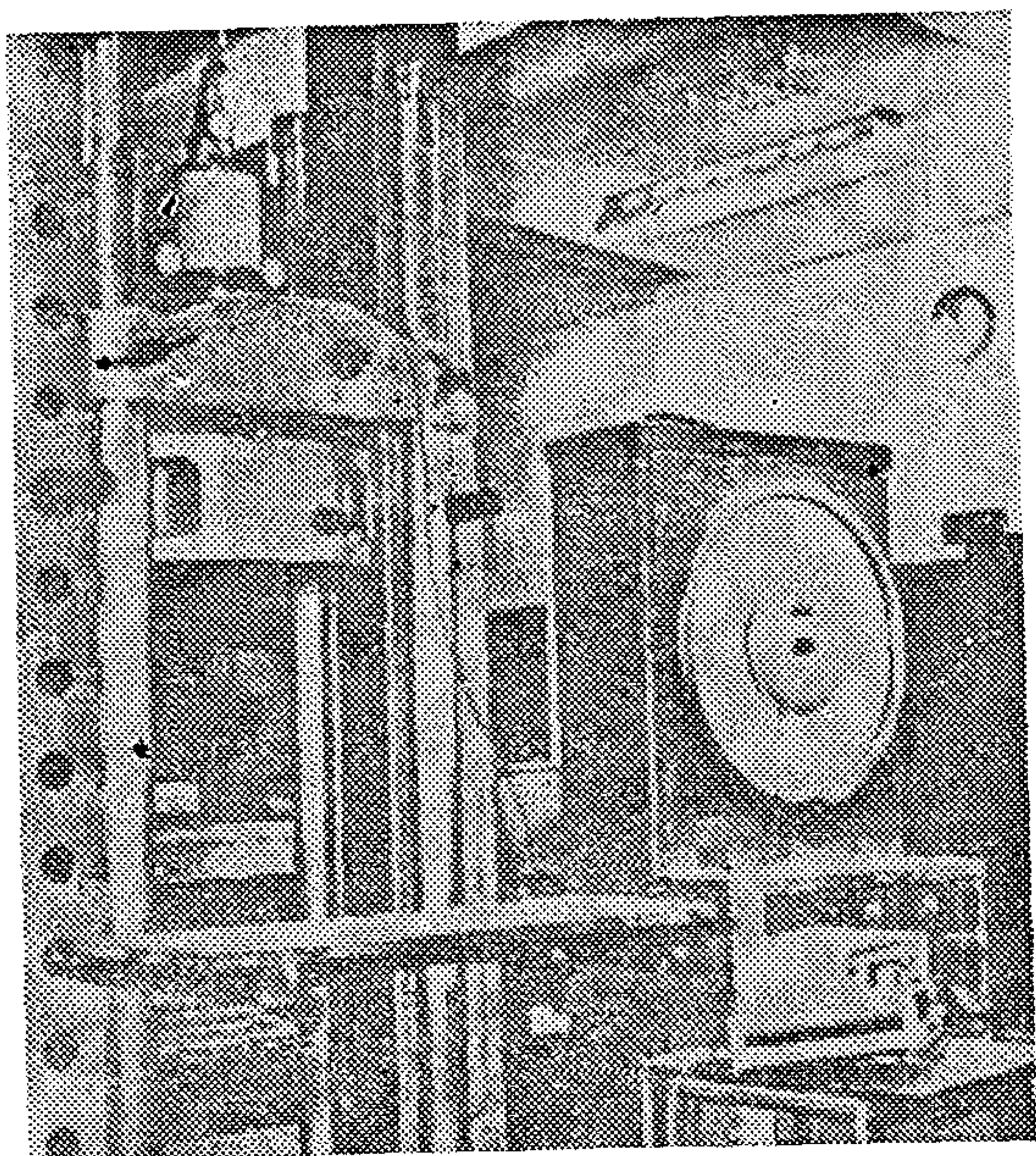


PLATE (4-3) Loading Arrangement and Instrumentation For Pull-out Test.

strength to concrete compressive strength decreases with higher concrete grades. This is why most codes of practice restrict the premissible value of bond in higher strength concrete. Comparing the results of identical pull-outspecimens with different curing conditions, Figure (4), it can be seen that all the moist air - stored specimens gave higher bond strengths than those of the corresponding dry-stored specimens by amounts between 20% to 48% for specimens of the higher concrete grade and by amounts between 12% to 30% for specimens of the lower concrete grade.

Influence of the Parameters studied on the Coeftcients ψ and k

Table (2) presents the solutions of equation (5) using the mean values of the first slip loads of the specimens reinforced with 10, 16 and 25mm diameter bars, which are recorded in Table (1), Figure (5) shows a comparison between the evaluated limiting bond stress (ψ k) as defined by Glanville(2) and the average bond stresses. It can be seen that the value of ψ k is greater than the corresponding average bond stress by amount between 35% and 52% with an average of 40%.

Bar Size

The results of the pull-out specimens with the same concrete strength and curing conditions indicate that the variation of the bond size considerablly affects the values of the bond coefficients ψ and k, Table (2). While the value of ψ increases with large bars, the opposite is

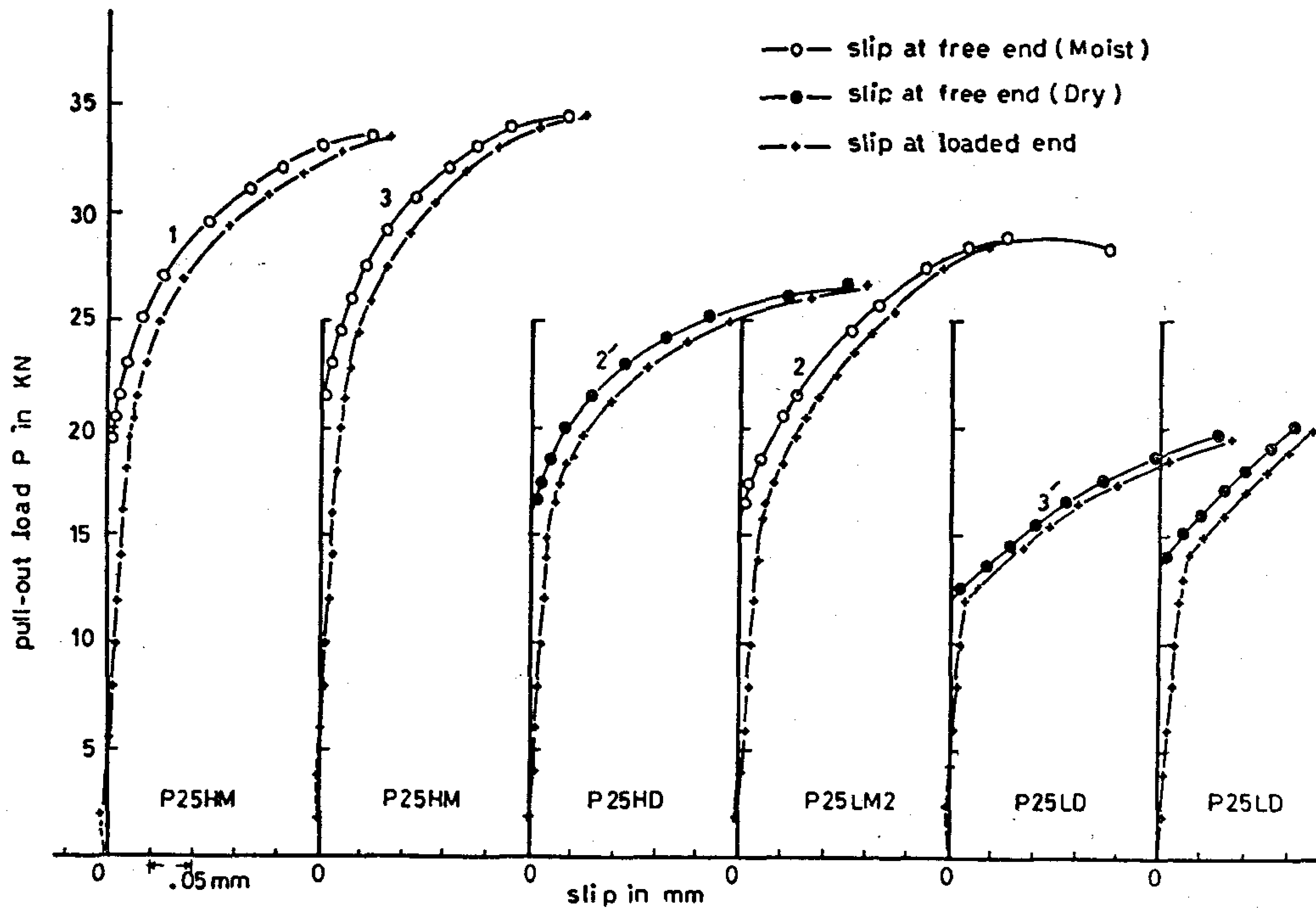


Fig. (4) Load-slip curves of pull-out specimens with 25mm bars (embedded length 100 mm)

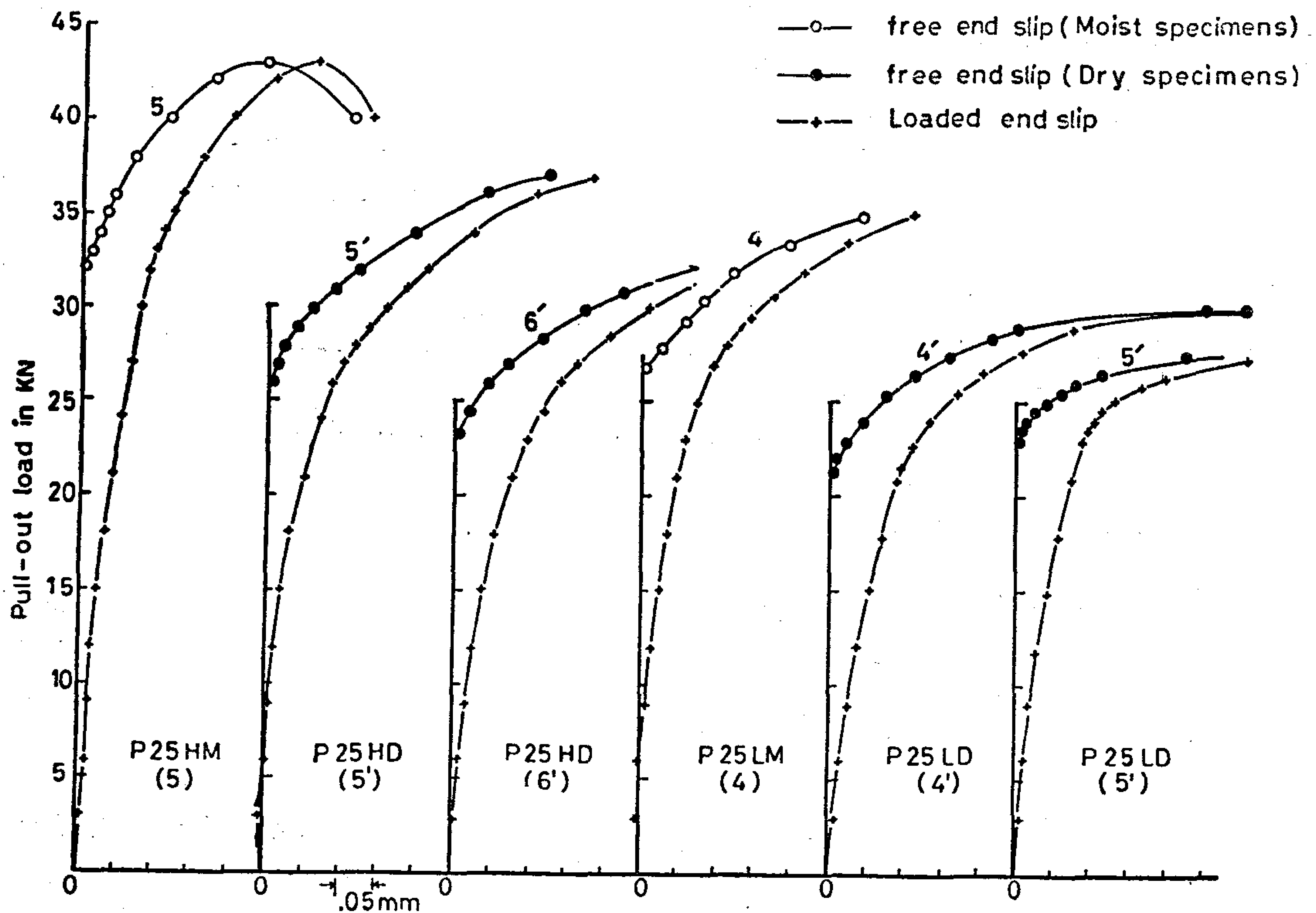


Fig (4) cont. Specimens with embedded length 200mm

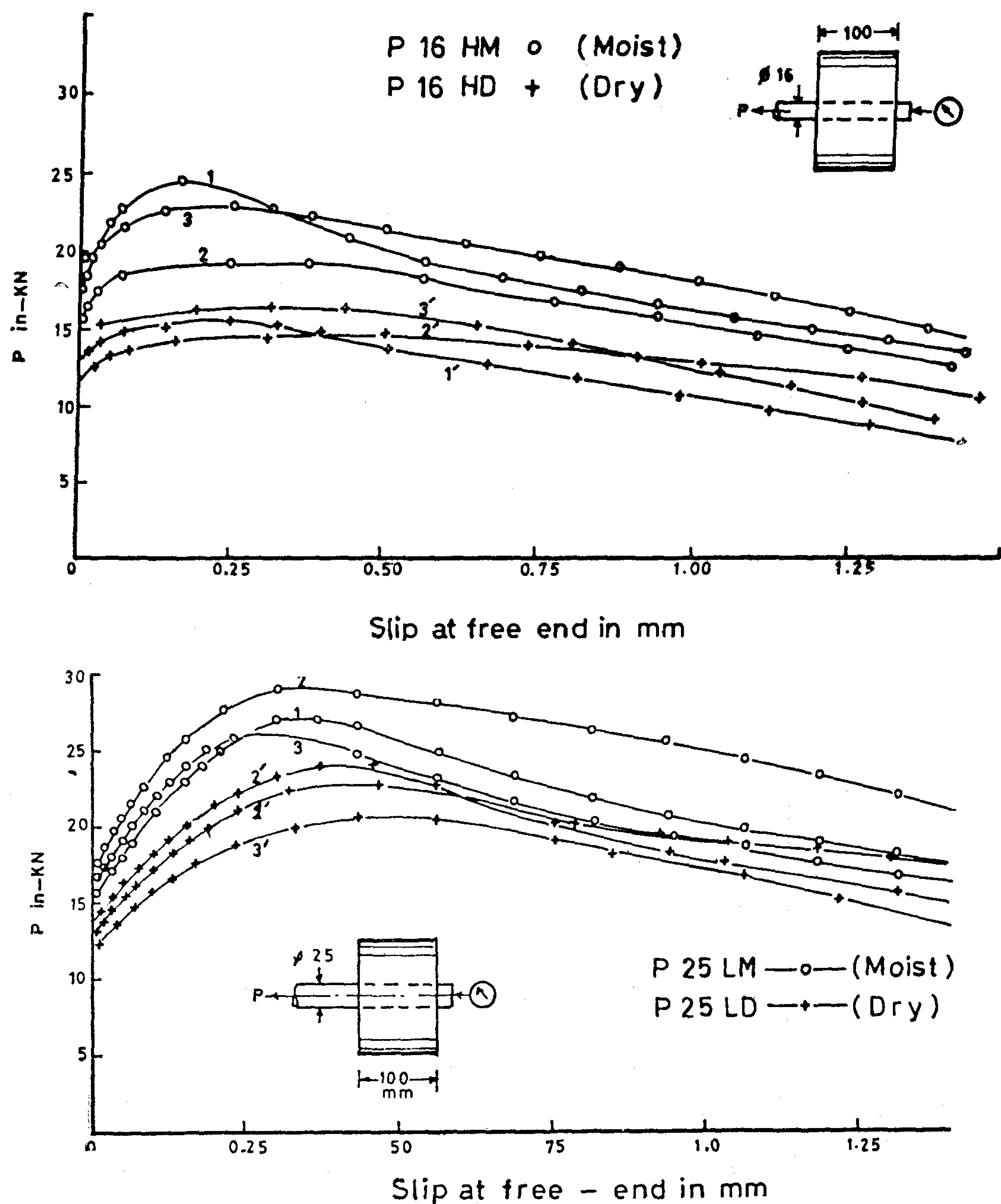


Fig. (3) Load free end slip curves for a seelction of spesimens

The results in Table (1) show that the smaller bars gave values of average bond stress, both at the first slip load and the maximum load, higher than those for the correspoding bars of larger size. On examination of the bars used, it was found that they presented surfaces which were similar in all aspects but it was observed that the 10mm diameter bars were generally more irregular in cross sections and alignment. This may be the cause of the higher bond stresses obtained. For the specimens with higher concrete grade the average bond stresses at the first slip and maximum loads, were between 19.5% - 40% and between 14% - 37%, greater than those for the specimens made of lower concrete grade respectively. However it can be shown that the ratio of bond

crete block through a steel base plate and a steel disc. Fig.(4). A hard board padding of 5mm thickness, represesting a yielding material, was placed between the bottom surface of the concerete block and the steel disc. The steel disc consisted of two circular plates with central holes attached together by three vertical screws so as to comprise one unit on setting up the arrangement.

The lower plate was grooved in such a way to permit a steel yoke, which was fastened to the pulling bar prior to testing, to move in the vertical direction.

The slip at the free end, loaded end of the embedded bar was measured by using Baty dial gauges reading to 0.002mm. Also a linear voltage displacement transducer (LVDT) gauge was used to detect accurately the load at which the first slip occured at the free end. The dial gauge and the (LVDT) gauge were carried by a steel bracket which was fixed to a steel ring. The ring was consisted of two identical segments clamped to the circumference of the concrete block. The movement of the loaded end of the embedded bar,, at a point 19mm below the bearing surface of the pull-out specimen, was observed by two dial gauge which were in contact with the steel yoke. The steel yoke was fastened to the reinforcing bar by six copper screws. Each dial was carried by a bracket fixed to a steel ring similar to the top one. The slip at the loaded end was equal to the movement of the yoke measured by the average of the two dial gauges minus the elongation of the reinforcing bar in the 19 mm distance between the point of attachment of the yoke and the bottom surface of the concrete block. The testing arrangement also illustrated on plate (1).

An initial load 0.225 - 0.9 kN was applied, then the initial readings of the dials were recorded. The load was therefore increased in increments of 0.225 1.35 kN depending on the expectcd maximum failing load of the specimen. After each increment the load was maintained constant for a time just recording the readings of the dial gauges.

RESULTS AND DISCU

Slip Measurements

Table (1) contains the results of the pull-out tests, the first slip loads and maximum loads (Average values of three repeated tests) and their standard deviation. Also the details of the specimens and results of control specimens together with the calculated average bond stresses at the first slip lad and the maximum load are given.

Figures (3) and (4) show the load-slip curves at the loaded and free ends of a selection of specimens reinforced with 10,16 and 25 mm diameter plain bars respectively. These curves and the average bond stresses were intended to be used as a general comparison between the pull-out specimens which were reinforced with bars of different sizes, made of different concnete and different sizes, made of different concrete grades and exposed to different curing conditions.

In general all the slip curves at the loaded end have the same shape. They show that as the load increases the slip at the loaded end increases at an almost constant rate up to the begining of the slip at the free end of the embedded bar. For a further increase in the load, the slip curves at the loaded ends take the same shape as those at the free ends. This means that the slip becomes general along the embedded bars when the slip at the free end begins. However the slope of the curves decreases and approaches zero at the mximum average bond strength resistance.

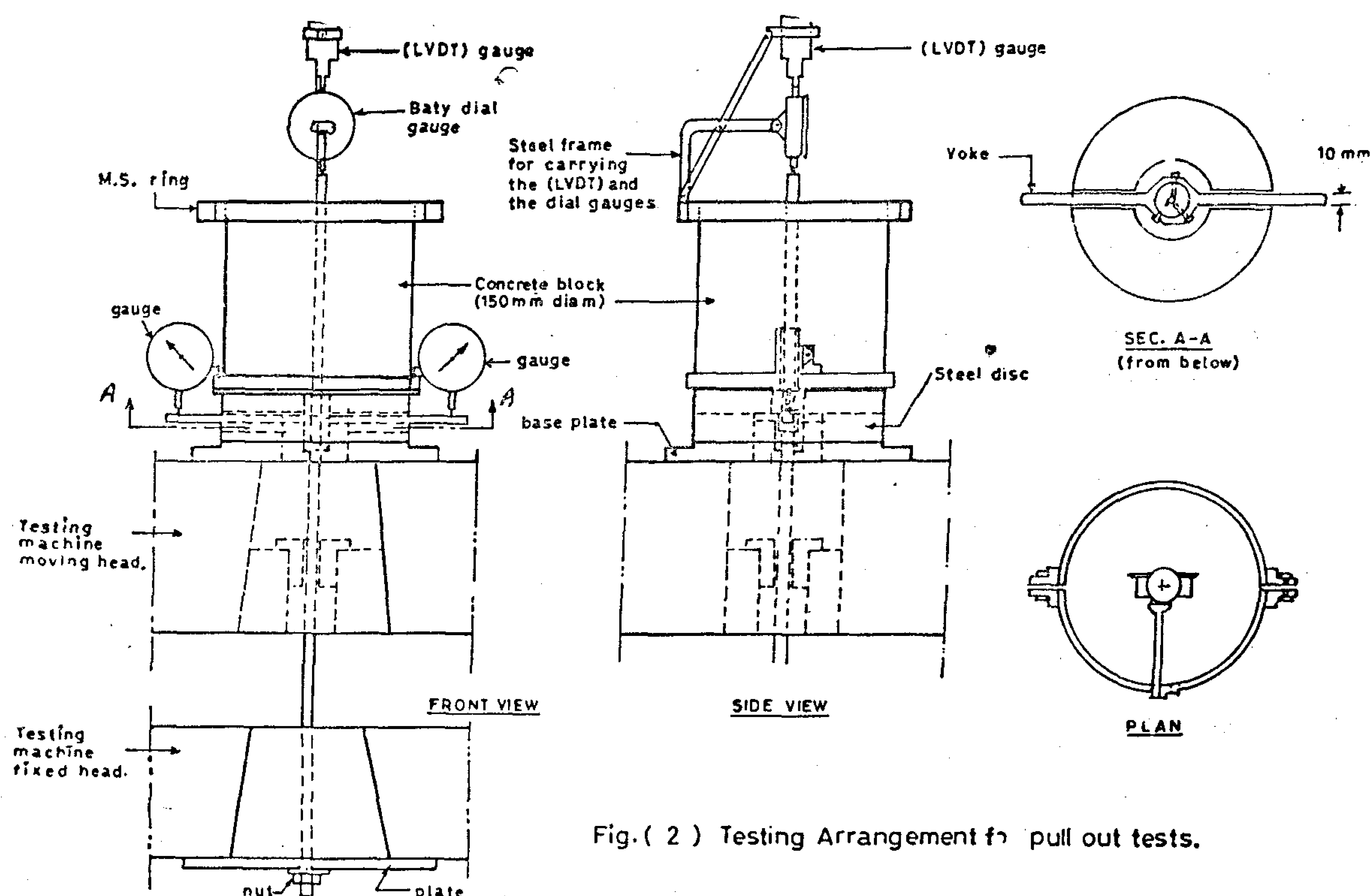


Fig. (2) Testing Arrangement fo pull out tests.

Materials

A single batch of concrete was used for casting all the specimens of each group and their control specimens. The materials used in the preparation of the concrete were Ordinary Portland Cement, natural Nottinghamshire sand and graded gravel of 9.5mm maximum size. The following mix proportions (mix A for lower concrete grade and mix B for higher concrete grade) were used:

Mix	Cement	Sand	Gravel	water/ cement
A	1	3.0	4.5	0.83
B	1	2.5	4.5	0.69

Three days after casting the specimens of each group and their control specimens were removed and transferred to the curing room. The groups of specimens to be cured moist were transferred to moist air room controlled at a relative himidity 95 $\pm$ 2 percent and temp. 20 $\pm$ 2c°while the other groups which were to be cured dry were stored in a room controlled at 60 $\pm$ 5 percent relative humidity at a temperature of 20 $\pm$ 2C°. The control specimens of each group were cured under the the same condition as the pull-out specimens.

Testing Procedure and Instrumentation of Pull-Out Specimen

The bond tests were carried out in a 1000 KN. Avery universal testing machine. Figure (3) shows a detailed sketch of the testing arranement which were designed and manufactured in the workshops. In testing, special attention was given for obtaining vertical alignment of the pull-out specimen with the axis of the testing machine. The pull-out specimen was placed above the moving head of the machine. The load was transferred from the machine to the specimen through a plate and mut attached to the lower end of the embedded bar, the plate was supported on the bottom of the fixed head of the machine. The load was transmitted from the moving head to the con-

casting and handling are likely to produce a relatively large scatter in the test results. In this investigation various lengths of embedment were chosen between 4 to 15 diameters. Table (1) shows the test program of the pull-out specimens, with the dimension and parameters studied.

Table (1) : Average Bond Stresses at First slip load and Maximum Load for Pull-out Specimens.

Grop. No.	Specimens Ref. No.	Fcu N/mm^2	Length of embedment. mm	First slip load P_{1st} + KN	σ KN	f_{bav} + N/mm^2	Maximum Load P_u + KN	σ KN	f_{bu} + N/mm^2
1	P10HM	38.5	100	9.50	0.50	3.02	10.77	0.55	3.42
			150	12.60	0.60	2.67	13.90	0.82	2.95
2	P10HD	36.3	100	7.53	0.65	2.40	8.33	0.40	2.65
			150	10.07	0.31	2.14	11.50	0.38	2.45
3	P10LM	23.4	100	7.20	0.60	2.29	8.07	0.50	2.56
			150	9.37	0.60	1.99	10.23	0.49	2.17
4	P10LD	21.2	100	6.23	0.59	1.98	7.17	0.47	2.27
			150	8.05	0.63	1.71	8.97	0.87	1.90
5	P16HM	40.0	100	16.67	1.27	3.32	22.04	2.65	4.39
			200	26.20	0.92	2.61	32.30	1.55	3.20
6	P16HD	38.3	100	13.17	2.01	2.62	15.30	0.95	3.04
			200	19.07	1.42	1.90	21.83	1.21	2.17
7	P16LM	24.4	100	12.90	0.75	2.55	16.30	1.05	3.20
			200	20.33	0.90	2.02	24.80	1.08	2.46
8	P16LD	20.9	100	10.40	0.53	2.07	13.00	1.06	2.59
			200	16.03	0.85	1.59	19.10	0.80	1.89
9	P25HM	38.5	100	19.80	0.95	2.52	35.02	2.05	4.46
			200	32.53	2.14	2.07	46.20	2.78	2.94
10	P25HD	36.2	100	14.83	1.23	1.89	26.60	2.54	3.37
			200	24.10	1.15	1.96	34.83	2.25	2.18
11	P25LM	23.5	100	15.40	0.61	1.96	27.23	1.53	3.47
			200	25.13	0.91	1.60	33.33	1.63	2.12
12	P25LD	22.1	100	12.73	0.75	1.62	22.43	1.48	2.85
			200	21.21	0.53	1.35	28.50	1.67	1.81
13	P16HM*	38.2	100	8.33	0.61	1.65	10.30	0.57	2.04
			200	13.80	0.20	1.37	15.47	0.50	1.54
14	P25HM*	37.5	100	9.97	0.85	1.27	11.77	1.30	2.34
			200	17.13	1.21	1.09	19.53	0.85	1.96

Laboratory measurements of the load distnibution along an embedded plain bar by means of pull-out tests(2,5,6) have shown that the longitudinal steel stress, at a point of distance x from the loaded face, decreased at an increasing rate as x increases. These measurements confirmed the above general equations.

The pull-out test could be used to evaluate the coefficients ψ and k of the Glanville's bond assumption. The steel stress at the loaded end of specimen, f so, when the first slip at the free end occurs, is given by the following equation :

$$f_{so} = k\,(1 - e^{-4\psi L/\phi})$$

where L is the embedded length of the specimen. Considering two specimens of the same bar diameter and different length of embedment, we have :

$$\frac{f_{so1}}{f_{so2}} = \frac{(1 - e^{-4\psi L_1/\phi})}{(1 - e^{-4\psi L_2/\phi})}$$

Whene L1 ad L2 are the embedded lengths of the sborter and longer specimens respectively, and f sol and f so2 are the corresponding steel stresses. For any bar, equation (5) has only the unknown and can be solved graphically or numerically by itteration, then the value of k could be determined.

Test Program

The experimental research was planned to investigate the influence of the following parameters on the bond coefficients and k and the bond resistance of plain reinforcing bars:

(a) Bar size : Three sizes of plain bars 10, 16 and 25mm diameter were used

(b) Concrete Strength: The influence of quality of concrete was studied using two mixes which gave concrete cube strengths of about 20 and 40 N/mm² at 28 days.

(c) Curing Conditions: Two identical groups of specimens for a particular bar size and concrete strength were subjected to different curing conditions. All the specimens of one group were allowed to dry in air under a controlled degree of humidity and temperature. The other group was cured under moist conditions.

(d) Surface Texture of the bar: To investigate the influence of the surface texture two bright mild steel bare of 16mm and 25mm diameter were used.

With the above mentioned variables in mind, 84 pull-out tests were conducted. All the pull-out specimens consisted of cylindrical concrete blocks 152mm in diameter were the embedded axially. Fourteen groups were tested, twelve of them with ordinary plain mild steel bars and two groups with bright mild steel bars. Each group consisted of six specimens with two different lengths of embedement (three indentical specimens for each length). All the specimens in each group were of the same bar size, made from one concrete batch and exposed to the same curring conditions.

The lenghs of embedment were chosen in such a way to secure a wide range of bond length without overstressing the bars. Investigators(4,2,11) recommended lengths of embedment varying between 10 and 16 diameters. Wernish'(11) pull-out tests on both 6mm (¼ in). and 19 mm (¾ in.) plain round bars have shown that the total pullout load increased with the length of embedment up to about 24 diameter after which the steel stress in the bar reached the range of yield of the steel consquently, it was concluded that the limiting effective embedment was about 24 diameters. The ideal would to be use very short lengths, but practical considerations suggest that the embedded length must not be too short because imperfections in the specimens which occur during

distributed along the bar either in a concrete member or in pull-out tests.

Glanville[2], on the basis of pull-out and push-in tests and the analysis of Abrams'[4] tests on plain bars, assumed that the bond stress at any point along an embedded reinforcing bar when slipping becomes general is made up of two factors, one independent of the radial strains of the concrete and the steel, and the other varying directly with these strains. This implies that, for a concrete member having elastic properties, the relationship between the stress, fb, and the longitudinal stress, fb, int the bar at any point is linear. This may be represented by the expression :

$$f_b \psi = (k - f_s)$$

Where ψ is dimensionless coefficient primarily related to the coefficient of friction between the bar and its surrounding concrete, and depends on the elastic properties of the materils. The second constant k, under the conditions of slipping, would appear to be influenced more by radial shrinkage and possiblly also by strength of concrete than by chemical adhesion. The first term ψ k is constant and was defined by Glanville as the limiting bond ntress corresponding to zero longitudinal steel stress either from applied load or shrinkage of concrete. The sign of the second term ($-\psi$fs) is negative since increasing tensile stress in the bar will cause transverse elastic contraction, therby weakening the friction component of the bond stress.

Bennett[1], based on the above bond expression, developed a general theory for the movement of cracks in concrete members with plain bar reinforcement or plain wire tendons and called for further experimental studies for determining the bond coefficients ψ and k.

The present prognam of pull-out tests was planned to verify the Glanville's bond assumption and to investigate the practical range of possible values of the bond coefficients ψ and k as affected by bar size, strength of concrete and curing conditions (moist and dry).

Determination of Glanville's Bond Coefficients ψ and k

The distribution of longitidinal steel stress, f sx, and bond stress, f bx, in a plain steel bar embedded in concrete with a tensile force applied to one end may be represented diagramatically using Glanville's bond expression as shown in Fig. (1).

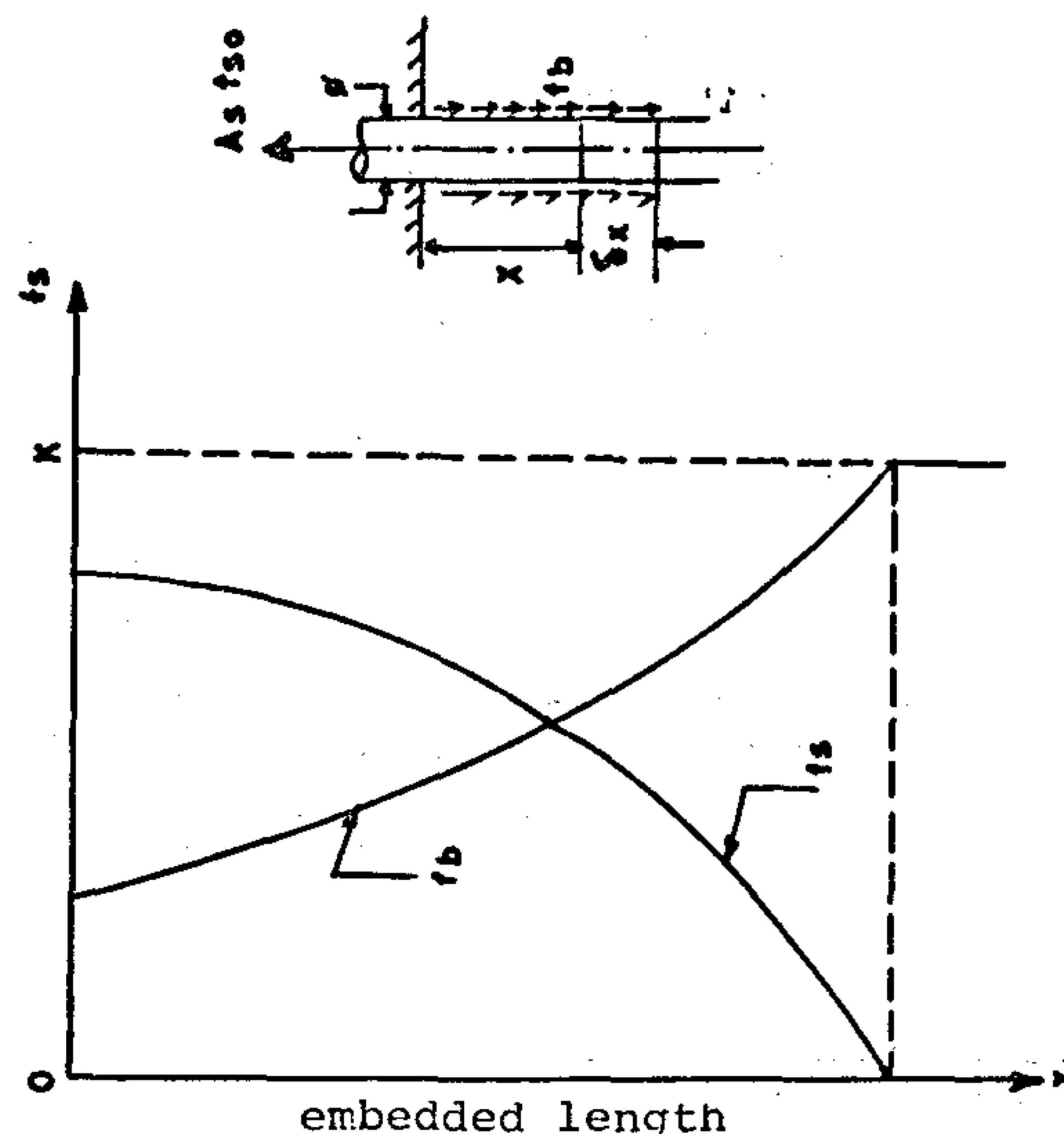


Fig. (1). Distribution of bond stress, f_b, in a plain steel bar embedded in concrete

Considering the equilibrium of an element at a distance x from the free end, the following equations have been derived[1]:

$$f_{sx} = k - (k - f_{so})\, e^{-4\psi x/\phi}$$

$$f_{bx} = (k - f_{so})\, e^{-4\psi x/\phi}$$

Whene:

ϕ is the bar diameter

f so is the steel stress at a crake or at the loaded end of embedded bar in a pull-out test.

BOND STRESS IN CONCRETE MEMBERS WITH PLAIN REINFORCING BARS

By

El-Sayed Ibrahim Mustafa

ABSTRACT

By means of Pull-Out Tests, the Glanville's[1,2] bond hypothesis, $f_b = \psi (k - f_s)$, which may relate bond stress, f b, and stress, f_s, in concrete members with plain reinforcing bars is further verified. The values of the bond constants ψ and k were investigated experimentally by a program of bond tests on 84 Pull-Out Specimens with different embedded length. The range of tests covered three sizes of bar, concrete of two grades of strength and both moist and dry curing of the specimens. Measurements of slip at free and loaded ends were recorded, and by means of graphs and tables, the influence of the parameters studied on the bond between concrete and plain bars was decleared. The validity of the original hypothesis is reconsidered in view of the experimantal results.

INTRODUCTION

There is agreement between most research workers that adjacent to the tension reinforcement in a concrete member, cracks are accompanied by slipping between the reinforcing bars and the surrounding concrete. The bond conditions therefore have a direct influence on the size of cracks. Consequently, to assess the spacing and width of cracks in the tension zones of a concrete member, particulary at the interface, it is important to have some knowledge of the distribution of bond stress.

Experimental evidence, however has indicated fundamental difference in the nature and mechanism of bond failure of plain and deformed bars. When plain bars, are used as reinforcement in concrete members, bond between the bars and concrete is generally considered to be due to chemical adhesion between concrete paste and bar surface, and partly to frictional resistance caused by lateral interficial forces[2,5]. Deformed bars were designed to increase the bond strength. Adhesion and friction still assist, but bond strength primarily relies on both the bearing of the ribs on concrete and the shear strength of concrete between the ribs. There is also a significant difference in the pattern of failure[10,13]. With a plain bar embedded in pull-out specimen, failure occurs by slipping of the whole bar which may be pulled completely out of the concrete leaving a smooth hole in the specimen. With deformed bars, a pull-out specimen almost always fails by splitting of concrete into two or more segments, this results from the wedging action of the ribs against the concrete. Consequently there will be a radial difference in the pattern of cracking for the two types of reinforcement and they should be treated separately in any theoretical study.

Most traditionally specifications have treated bond stress in terms of average values. However, it is widely known that the actual bond stress is not uniformly

P_i = the initial prestressing force.

P_{uo} = ultimate load of the beam with opening.

P_{us} = ultimate load of the solid beam

ε_{to} = top fiber strains of the beam with opening.

ε_{ts} = top fiber trains of the solid beam.

REFERENCES

1. Kassem, Magdy El-Sayed, «Behaviour of Partially Prestressed Concrete Beams with Openings in the Pure bending Zone», M.Sc. thesis, Cairo University, 1985.

2. Abdel-Hamid, Ahmad, «Effect of opnnings in Prestressed Concrete Beams» M.Sc. thesis, Ain Shams University, 1974.

3. Nasser, K.W., Acavolas A. and Danile H.R., «Behaviour and Design of Large Openings in Reiforced Concrete Beams» ACI Journal, proceedings, V. 64, No. 1, Jan. 1967, pp. 25-33.

4. Barny G.B., Hanson J. M., Corley W. G. and Parmlee R. A., «Behaviour and Design of Prestressed Concrete Beams with Large Web Openings» PCI Journal, Nov. 1977, pp. 32-61.

5. El-Erian A.A. and Ata A.M., «Concrete Technology, properties of concrete and design of its mixes, Vol. 2, 2nd edition, June 1975.

was greater than that of the solid beam and the main failure crack was flexural-shear crack. This could be attributed to the special horizontal and vertical reinforcement provided around the opening which served in overcoming and compansating for the excessive compressive and tensile stresses, created by the existance of the opening, in the top and bottom chord repectively.

Conclusions :

An experimental investigation was carried out to study the effect of opening on the behaviour of partially prestressed concrete beams.

Results show that the presence of central opening in the beam greatly reduces the beam stiffness. Consequently, deflection is increased as compared with that of the solid beam. The deflection has been found to be directly proportional to the height of the opening. It has been observed that prior to cracking, the defltion is inversely proportional to the prestressing level, which is on the contrary to the behaviour at ultimate stage due to the contribution of the steel content to the beam stiffness.

The existance of opening created a potentially splitting tension field at its two edges followed by a compressive field.

These tensile stresses developed tenion cracks observed to a distance nearly equal to the height of the opening. The initial cracking load has been found to be directly proportional to the prestressing level and inversely proportional to the relative height of opening. Low prestressed beams with small openings have better crack propagation and smaller crack spacing and widths compared with that of highly prestressed ones. The Same behaviour is also found in beams with small openings as compared with that of beams with large openings.

Generally in partially prestressed concrete beams with openings appropriate horizontal and vertical reinforcements are to be provided adjacent to openings. It is recommended that the height of the opening does not exceed one third the beam depth. Also, the opening should be located outside the compression zone of the solid beam.

Acknowledgement:

The authors are deeply grateful to the staff of the «concrete Research Laboratory», Faculty of Engineering, Cairo University, for their cooperation and help in carrying out this research.

Notations :

A_p = area of prestressing steel.

A_s = area of mild steel.

h_o = height of opening.

H = total height of the beam.

L_o = length of the opening.

L = effective length of the prestressed beam.

P = the applied load.

P_{cr} = the initial cracking load.

Table (1)

Summary of test results

Beam	Location of the main failure cracks	Ultimate load (ton)	Mode of failure
B-1	P P	4.4	flexure-shear
B-2	P P	4.4	"
B-3	P P	4.4	"
B-4	P P	4.8	"
B-5	P P	3.7	flexure
B-6	P P	4.1	"

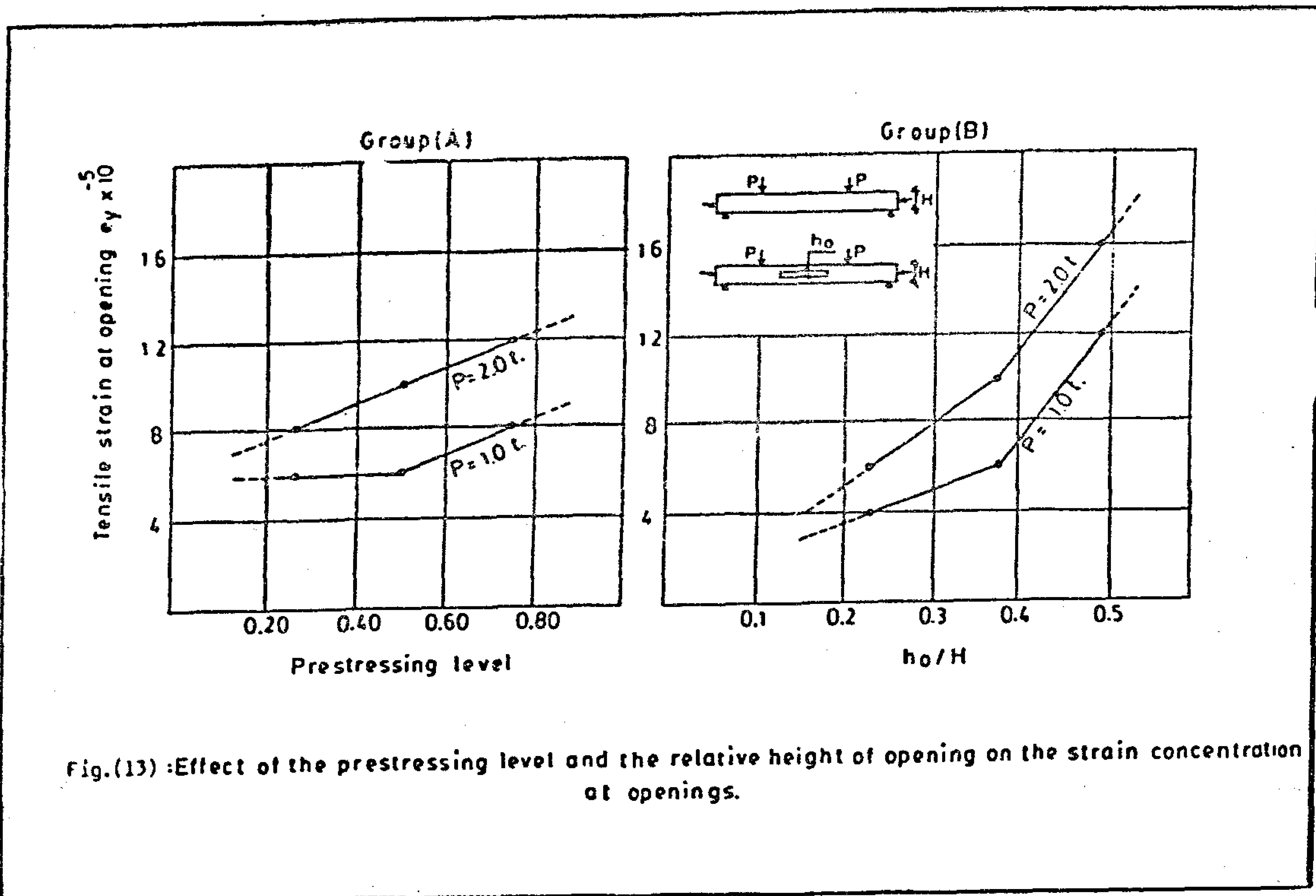


Fig.(13) :Effect of the prestressing level and the relative height of opening on the strain concentration at openings.

the shear resistance into a smaller depth and then by increasing the load a flexure-shear failure occured. On the other hand, the ultimate load was found to be inversely proportional to the relative height and the failure mode in this group, B, was flexural bending failure as shown in Fig. (14). However, for the beam (B-4), with relatively small opening, the ultimate load

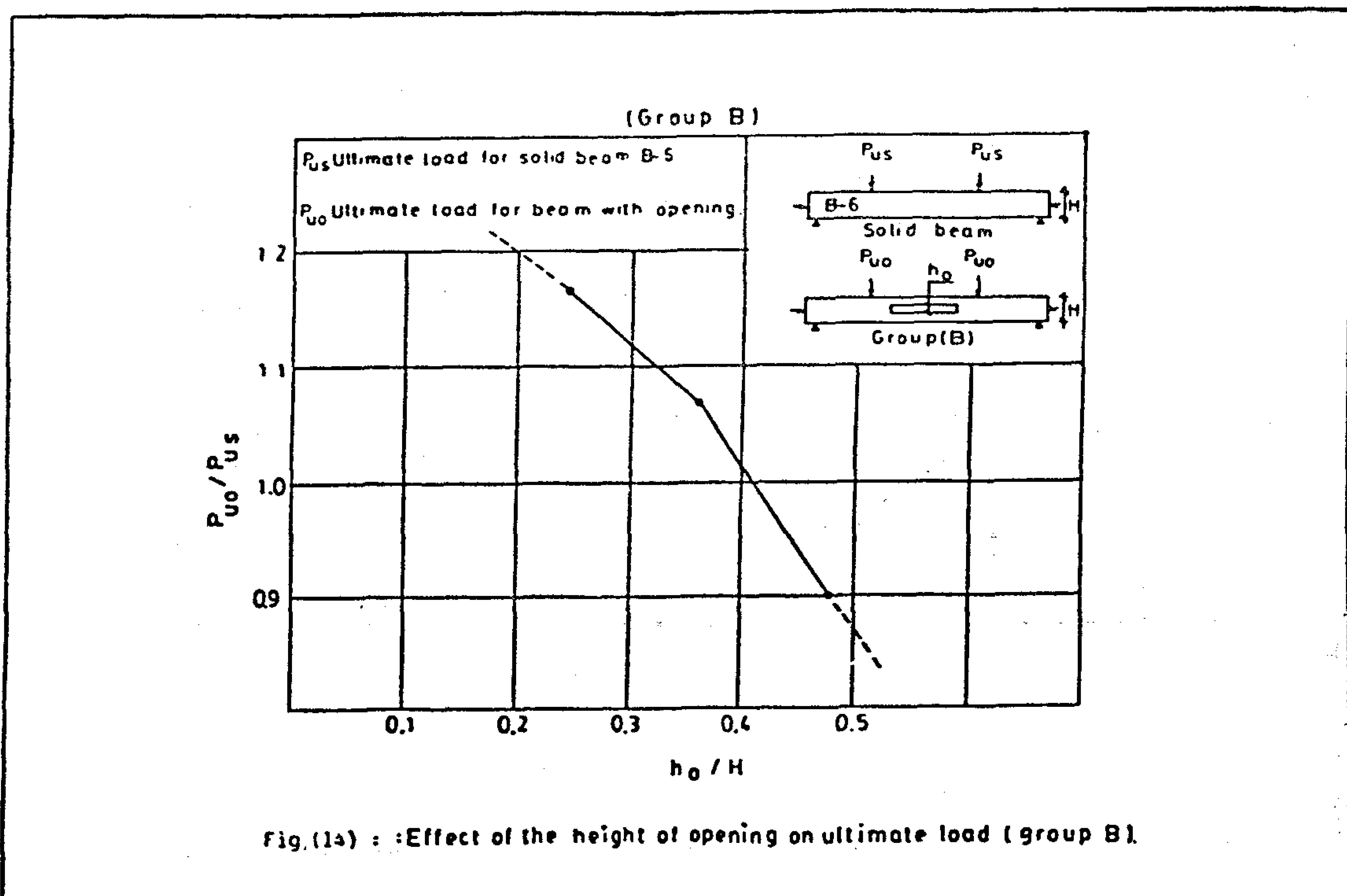


Fig.(14) : :Effect of the height of opening on ultimate load (group B).

Fig. (12). However, the top fiber strains of the beams (B-4) and (B-2) are smaller than that of the solid beam (B-6). This could be because of the special horizontal and vertical reinforcements provided around the opening.

3.4 Strain Concentration Around Openings:

The existance of the opening creates a field of tension strains at edges of the opening followed by a compressive field. These tensile strains were observed to a distance nearly equal to the height of the opening. The relative height of the opening has a pronounced effect on these tensile strains much more than that of the prestressing level. Increasing the relative height of the opening greatly increases the tensile strains at the opening edges especially at higher load stages. Before cracking, the tensile strains created at the edges of the opening were proportional to the prestressing level. After cracking and up to failure, the effect of the prestressing level on these tensile strains was insignificant, as illustrated in Fig. (13).

3.5 Ultimate Capacity:

The ultimate load, the location of the main failure crack and the type of failure for all the tested beams are listed in table (1). The beams with variable prestressing levels had almost the same ultimate load and its failure mode was flexure shear failure accompanied by the yield of the main mild steel reinforcement of the section of the main failure crack. The flexural shear cracking was initiated by flexural cracking at a distance of about 12 cm from the load point. As the vertical applied load exceeded the working load, the vertical compressive stresses under the load reduced the possibility of further tension cracking and stopped vertical propagation of the flexural crack. Moreover, the shear stresses in the concrete above the flexural crack increased and when the combined shear and tensile stress exceeded the tensile strength of the concrete a 45° crack crossed the neutral axis before the flexural crack. Such inclined crack, which intersected with the flexural crack, confined

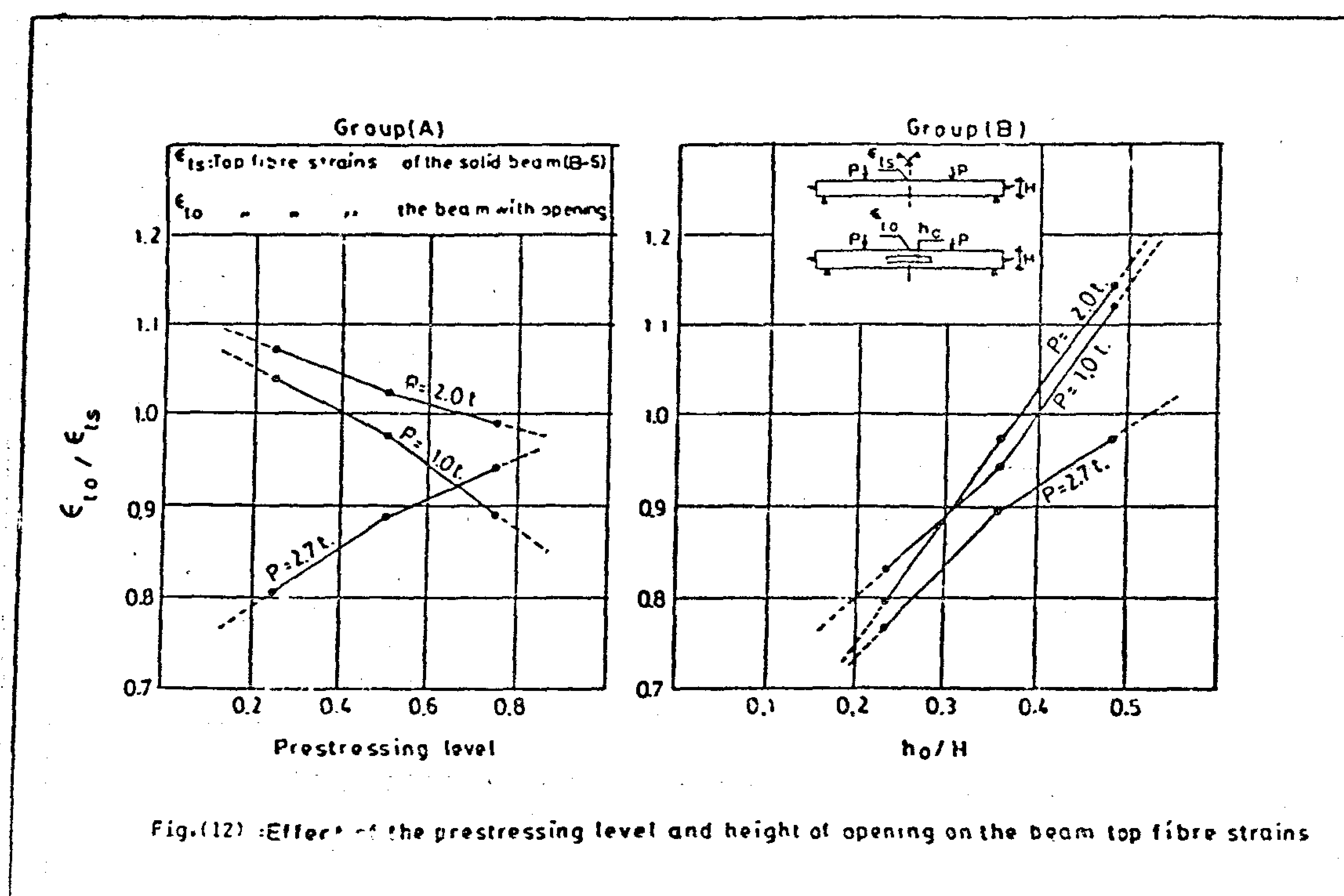


Fig.(12) :Effect of the prestressing level and height of opening on the beam top fibre strains

3.2 Cracking and Cracking Pattern

The initial cracking load was found to be directly proportional to the prestressing level and inversely proportional to the relative height of opening (ho/H), Fig. (11). Beams with low prestressing levels show relatively higher number of cracks uniformly distributed with small spacings, over the tension zone. As the prestressing level is increased, the amount of tension renforcement (Ap + As) is decreased and consequently, wider cracks with relatively larger spacing are observed. On the other hand beams with large opening have relatively smaller number of cracks which are longer, wider, and with comparatively larger spacing than those of beams with smaller openings.

3.3 Extreme Fiber Strains:

Before cracking, the strain distribution over a cross section far away from the opening is linear, while it is non-linear at the edges of the opening and bilinear at the mid sctions of the opening. After initial cracking, the strain distribution over a cross-section far away from the load point and near the support is still linear, while it is non-linear at the load point zone and at the edges of the opening and bilinear at the opening zone.

Figure (12) gives the relationship of the prestressing level against the ratio of the top fiber strain of the beam with opening to the top fiber strain of the solid beam. Before cracking the top fiber strains were found to be inversely proportional to the prestressing level. After cracking and up to failure, the top fiber strains were proportional to the prestressing level. This might be due to the increased contribution of the steel content (Ap + As) to the beam stiffness and bond in relatively low prestressed beams. On the other hand, the top fiber strains were proportional to the relative height of the opening,

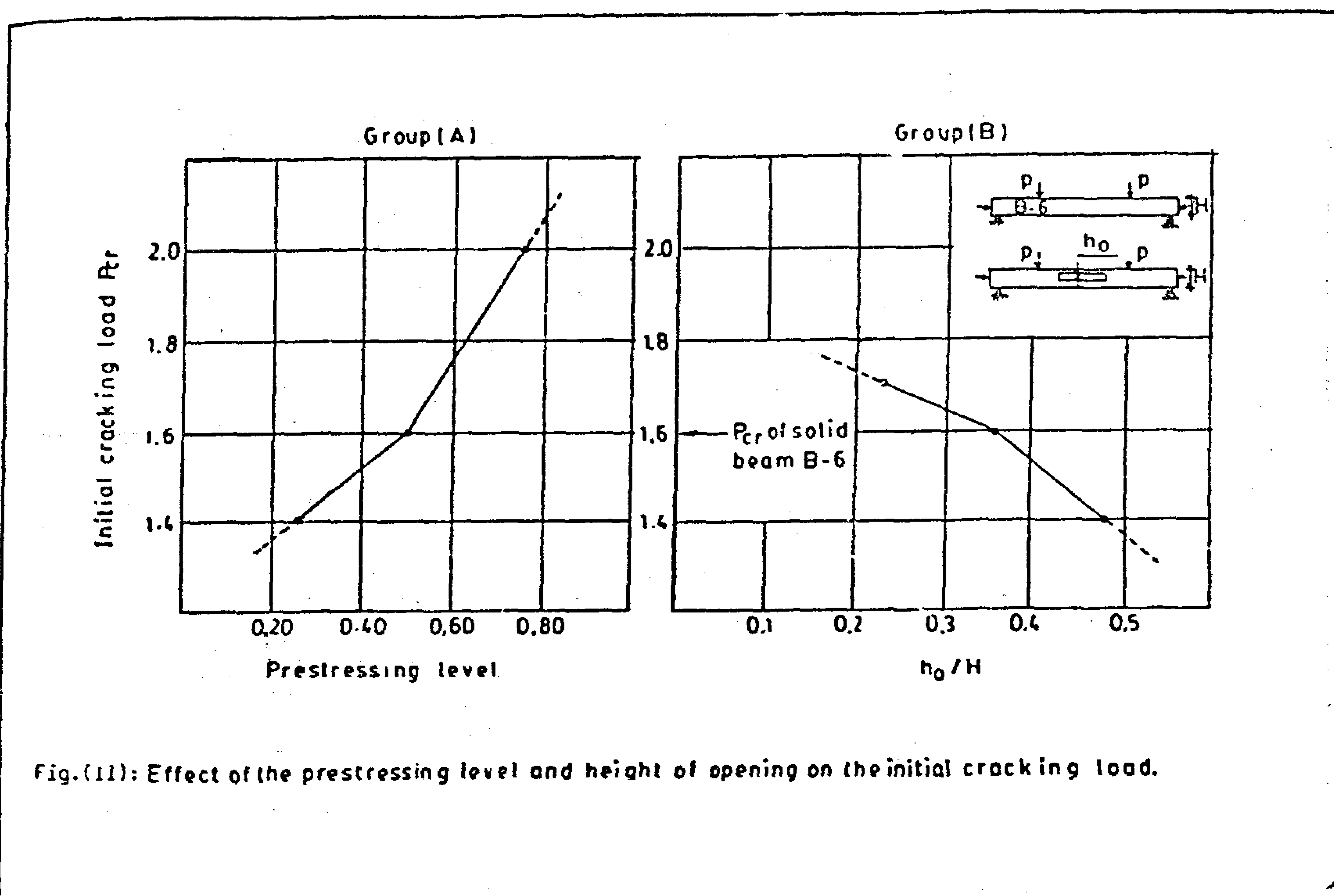


Fig.(11): Effect of the prestressing level and height of opening on the initial cracking load.

line up to the cracking load. After cracking the load deflection relationship started to deviate its linearity, Fig. (9). within the working load stage. beams with higher prestressing level showed a relatively smaller deflection than those with lower prestressing level. This could be attributed to the relatively higher camber in such beams. At ultimate stage, beams with smaller prestressing level showed less deflections than those of higher prestressing level, Fig. (10). This might be referred to the contribution of the relatively higher steel contents (Ap+As) to the beam stiffness at high load levels. As expected, the deflection of top and bottom chords of the opening were completely different indicating that Navier's assumption of plane sections remain plane after loading is not valid at the opening zone.

Furthermore. the deflection of the bottom fibers of the beams was found to be directly proportional to the relative height of the opening as illustrated in Fig. (10).

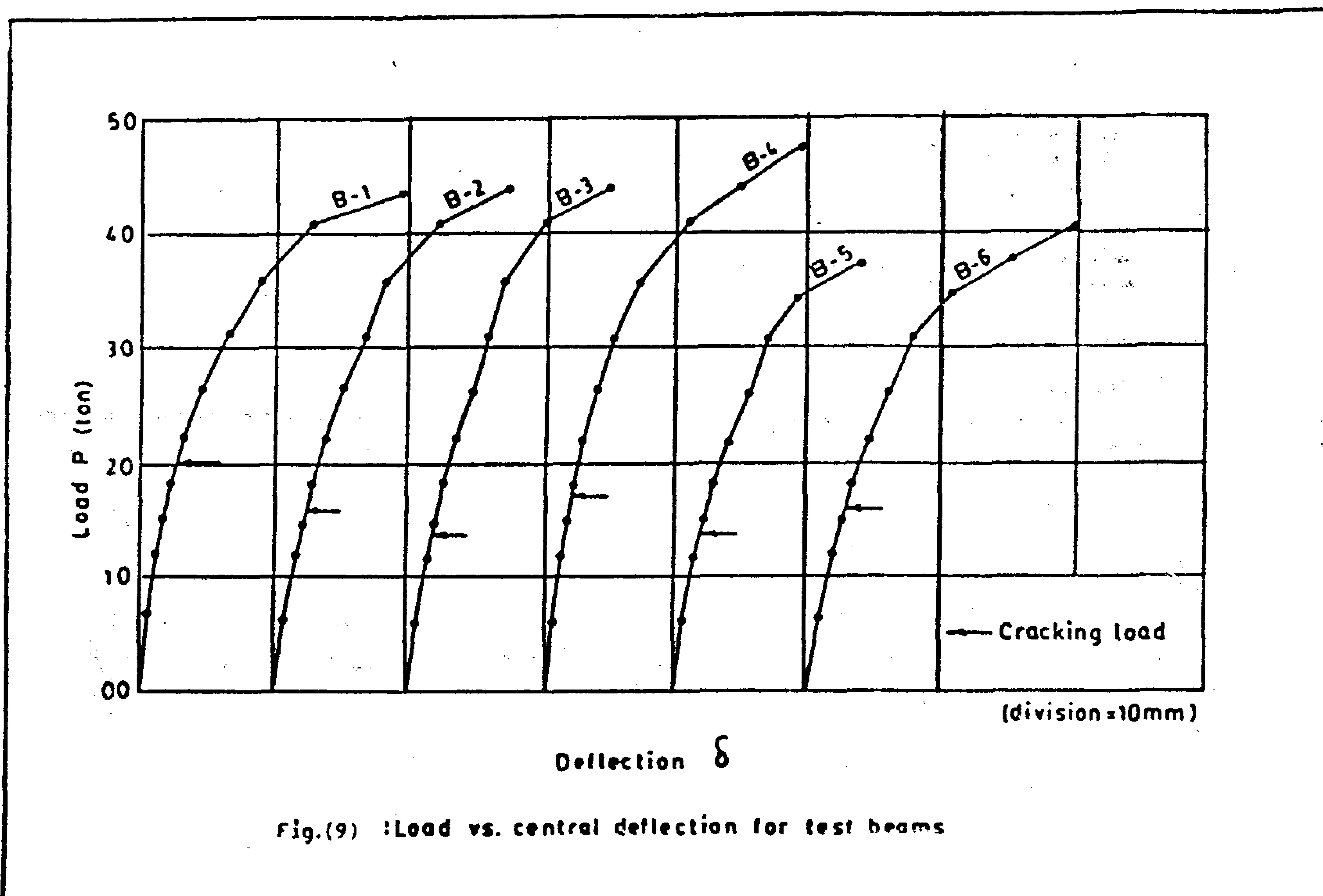


Fig.(9) :Load vs. central deflection for test beams

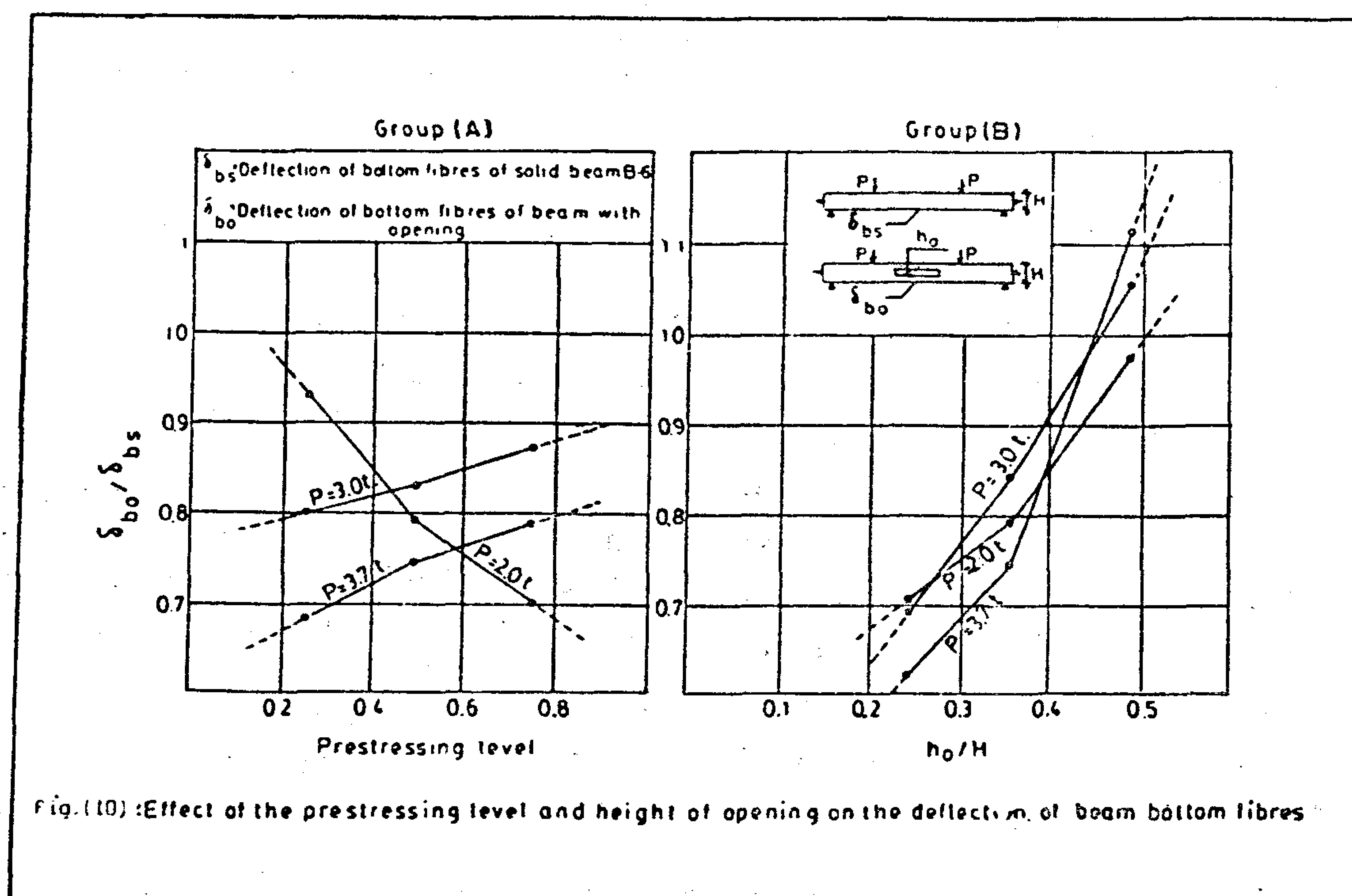


Fig.(10) :Effect of the prestressing level and height of opening on the deflection of beam bottom fibres

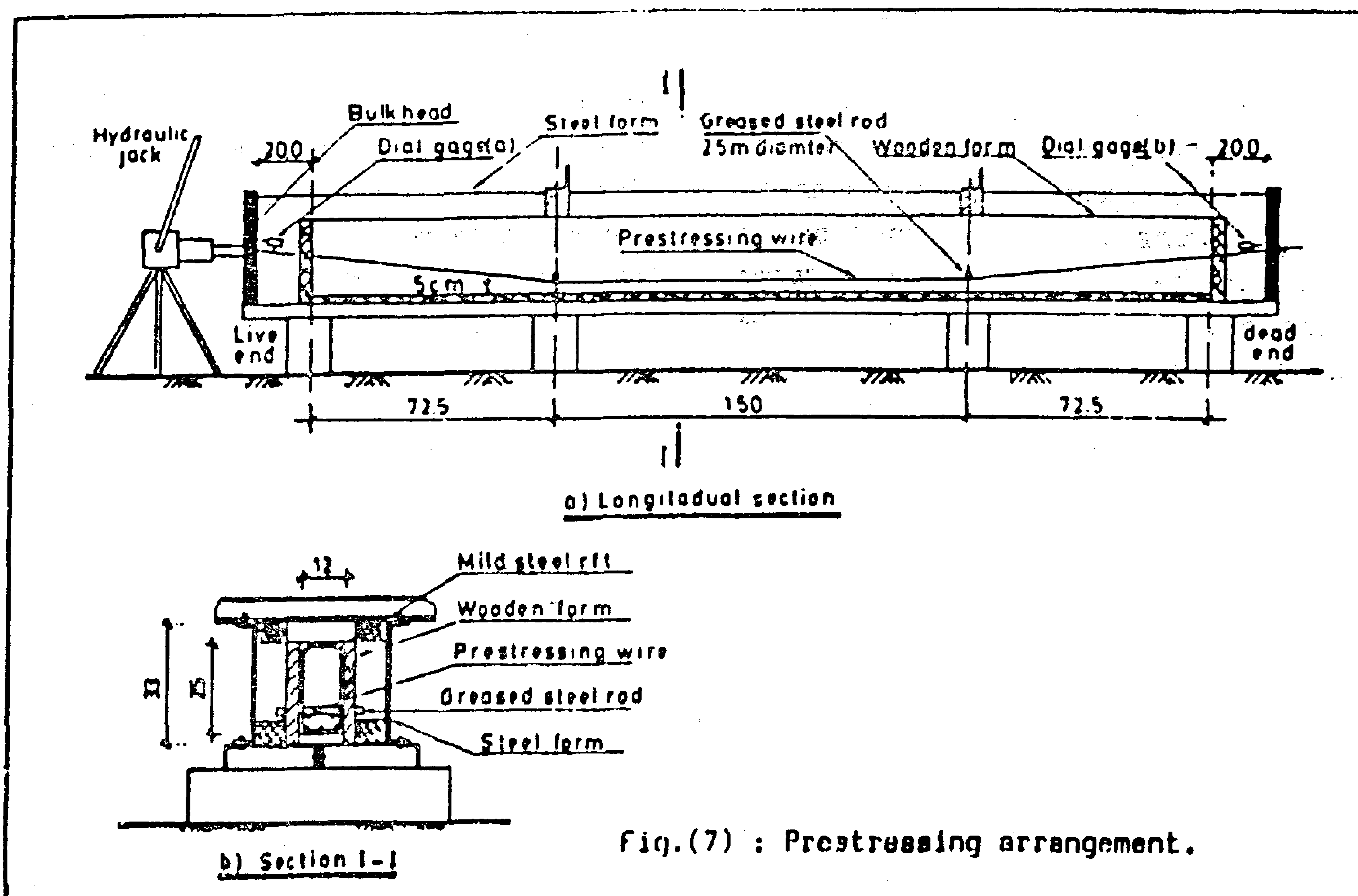


Fig.(7) : Prestressing arrangement.

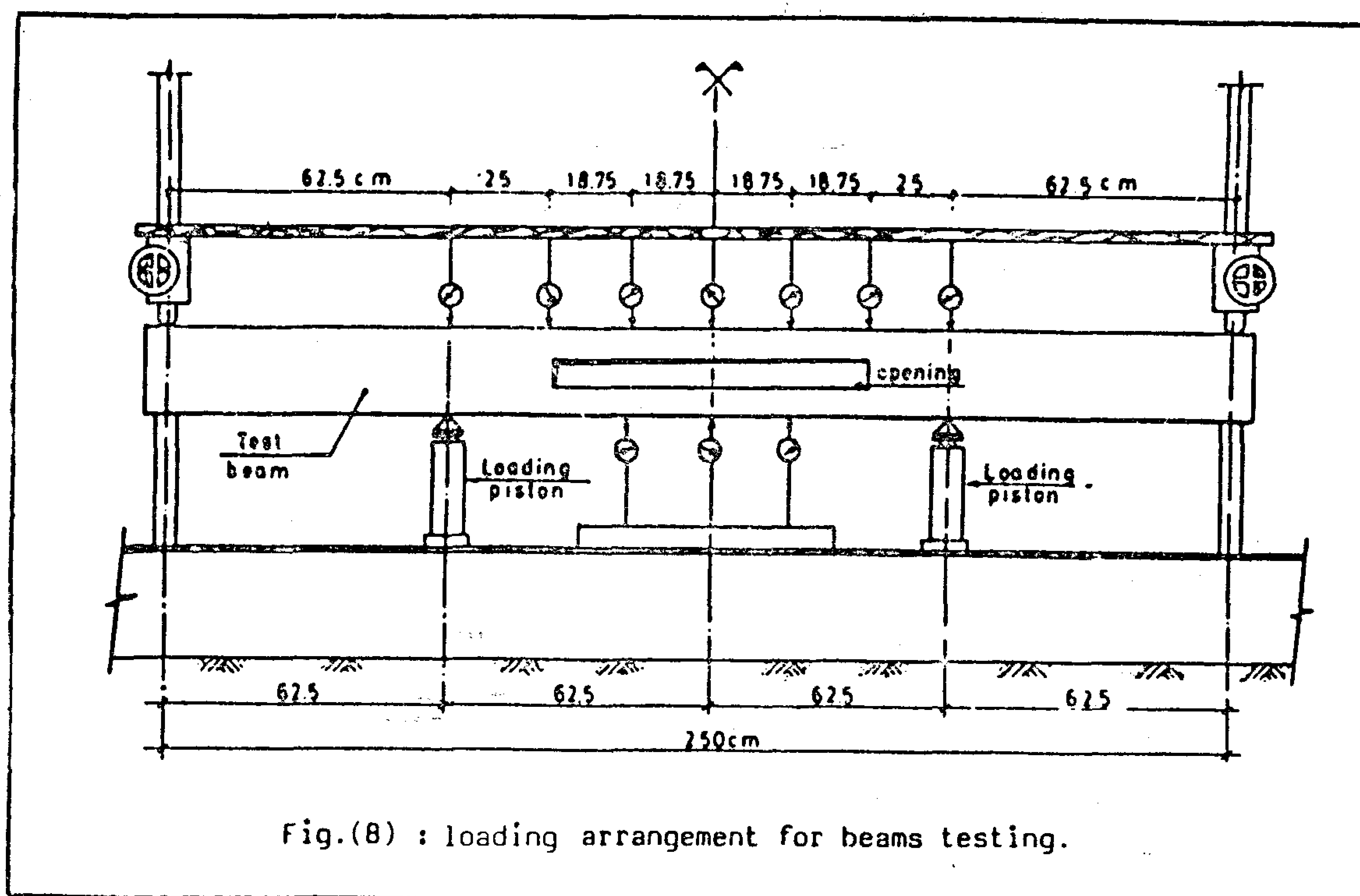


Fig.(8) : loading arrangement for beams testing.

Strain measurements were taken by mechanical gauges of 20 and 5 cm length with accuracy of 0.002 mm at each load increment. An ultra lens instrument with accuracy of 0.1 mm was used to measure the crack width. Deflection measurements were recorded using dial gauges having accuracy of 0.001 mm.

3. Results and Analysis :

The experimental measurements were planned to enable full study of the following deformations at the different stages of loading and up to beam failure.

3.1 Deflections :

The load-deflection curves for all the investigated beams are nearly straight

each wire by 3.5 mm.

Mild steel reinforcement for all beams were placed in a wooden form, painted by red monoxide, in its proper position. The wooden form, including the steel reinforcement, was placed in another steel form and tightened to it firmly, Fig. (7). The prestressing wires were tensioned against the bulk heads of the steel form. A mechanical mixer of vertical axis and pan type was used to mix the concrete constituents

2.2 Testing Procedure :

The beams were tested in the 175 ton Amesler bending machine. The machine piston applies load in the upward direction. The loading system was arranged so that two equal concentrated loads were applied at ¼ the effective span measured from the beam-center. Loads were applied in increments of 200 kgs until initial cracking occured, then in load increments of 400 kgs until failure occured, Fig. (8).

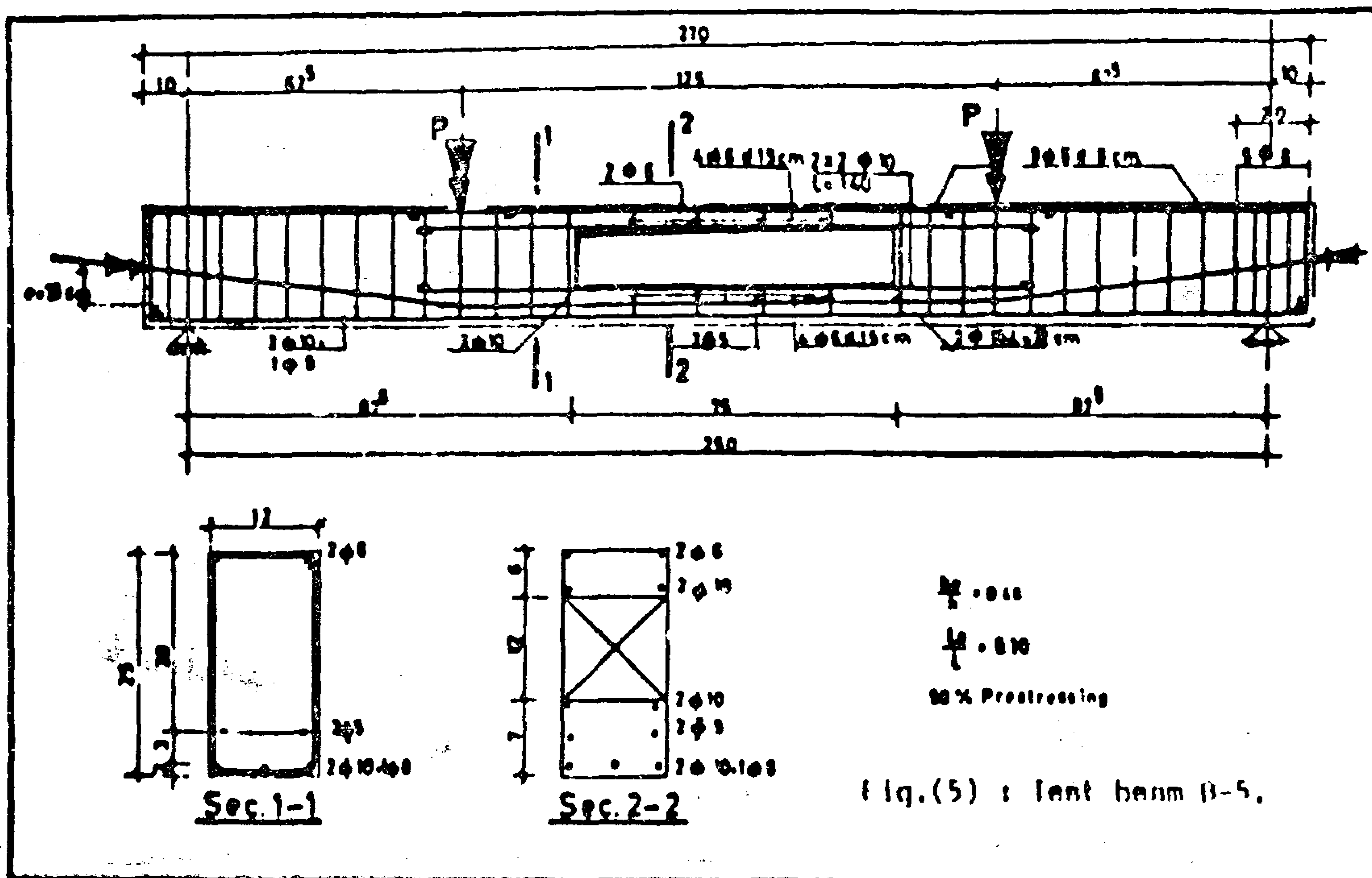


Fig.(5) : Test beam B-5.

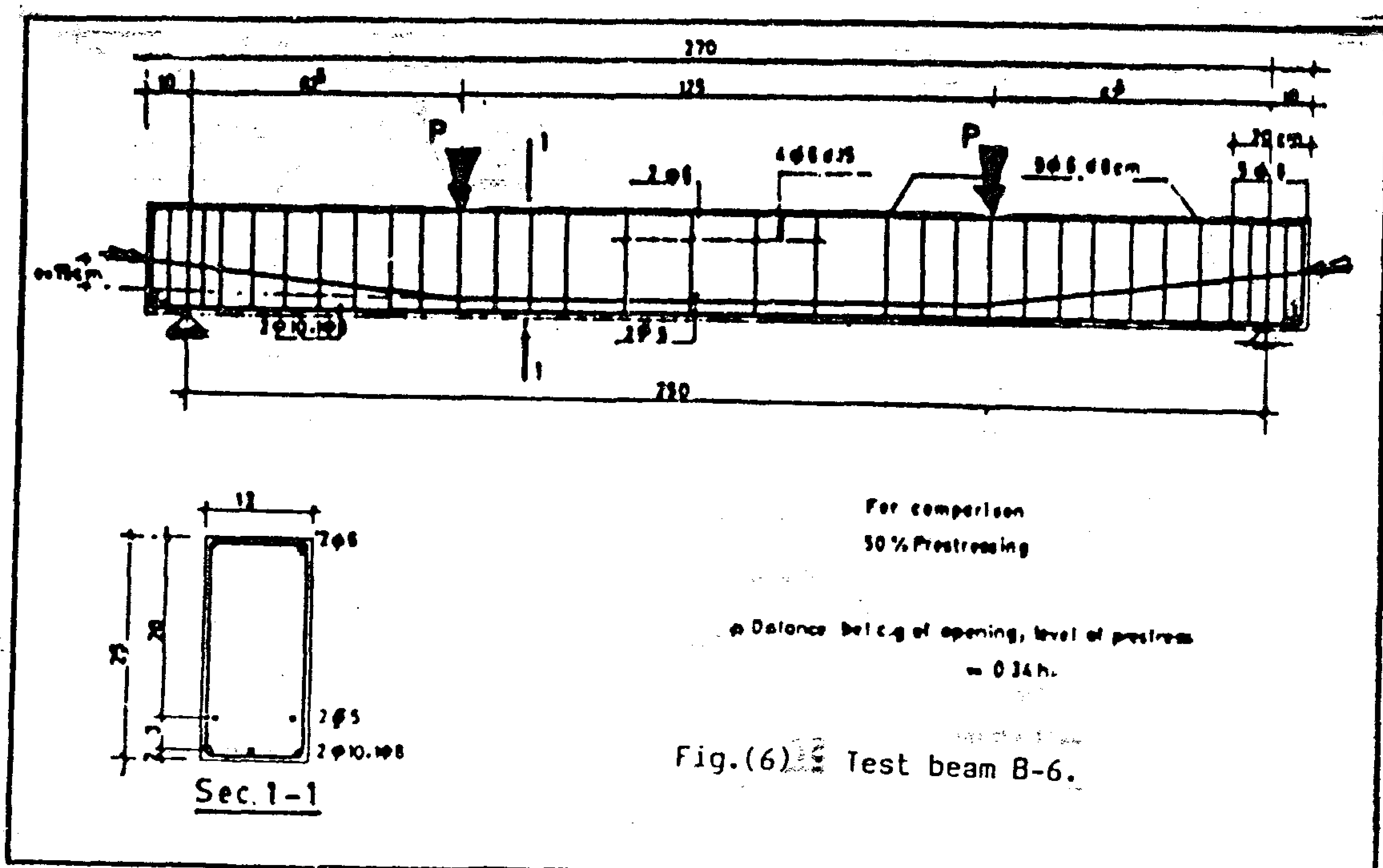


Fig.(6) : Test beam B-6.

Preparation of specimens was carried out in such a way that it simulates, as closely as possible, the common practical trend used in Egypt. The mild steel used as reinforcing bars was of intermediate grade with a specified yield and ultimate stresse of 3000 and 4400 kg/cm^2 respectively. The prestressing steel was round crimped wires of 5 mm diameter with a proof strength and ultimate stress of 1500 and 19000 kg/cm^2 respectively.

The initial prestressing force Pi was obtained by measuring the net elongation between the live and dead ends of the wire using two dial gauges of 0.01 mm accuracy. The end slip excepted at the live and the dead ends of the wire in addition to the elastic shortening of concrete, creep and shrinkage losses were taken into consideration by over-stretching

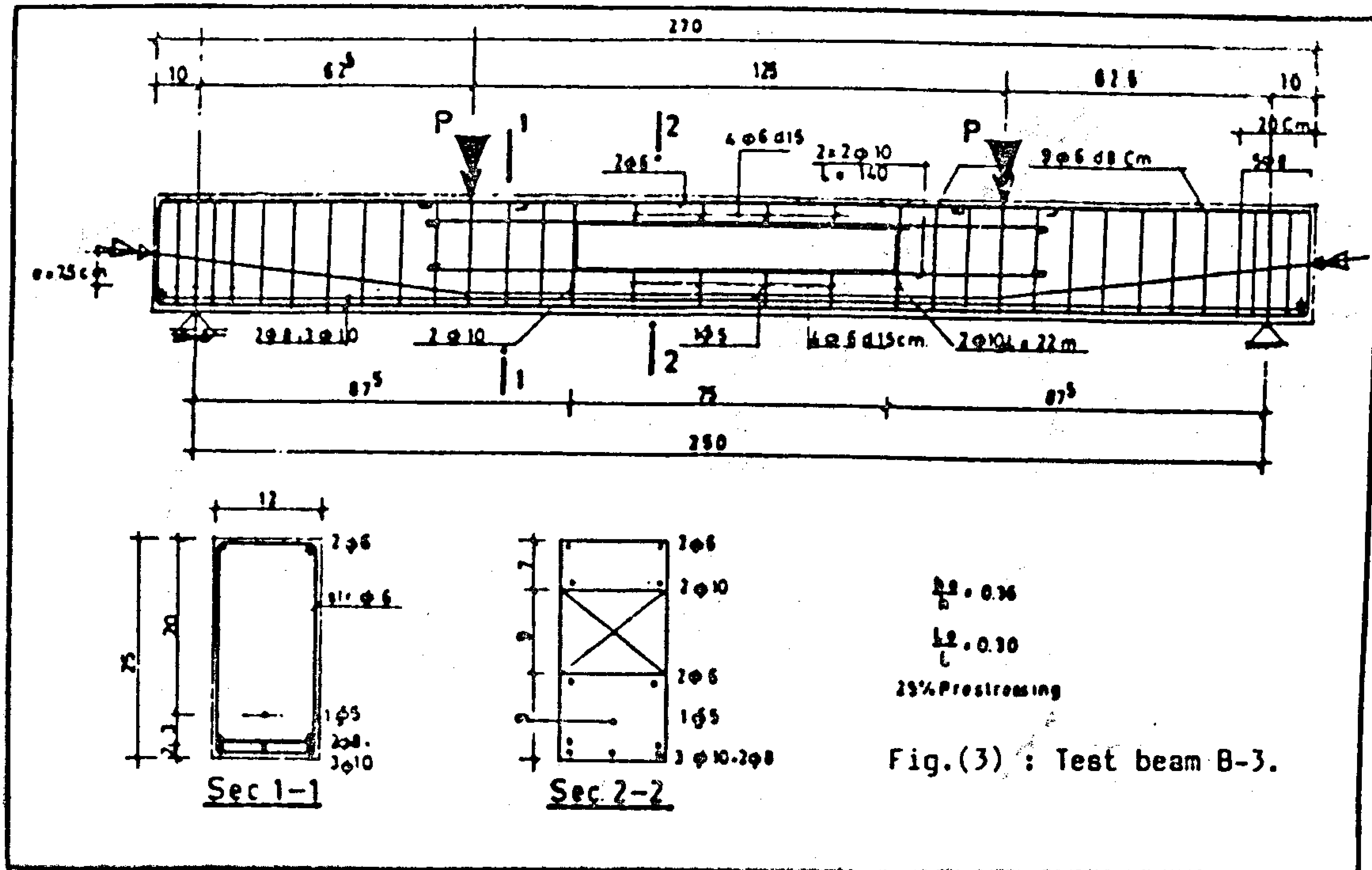


Fig.(3) : Test beam B-3.

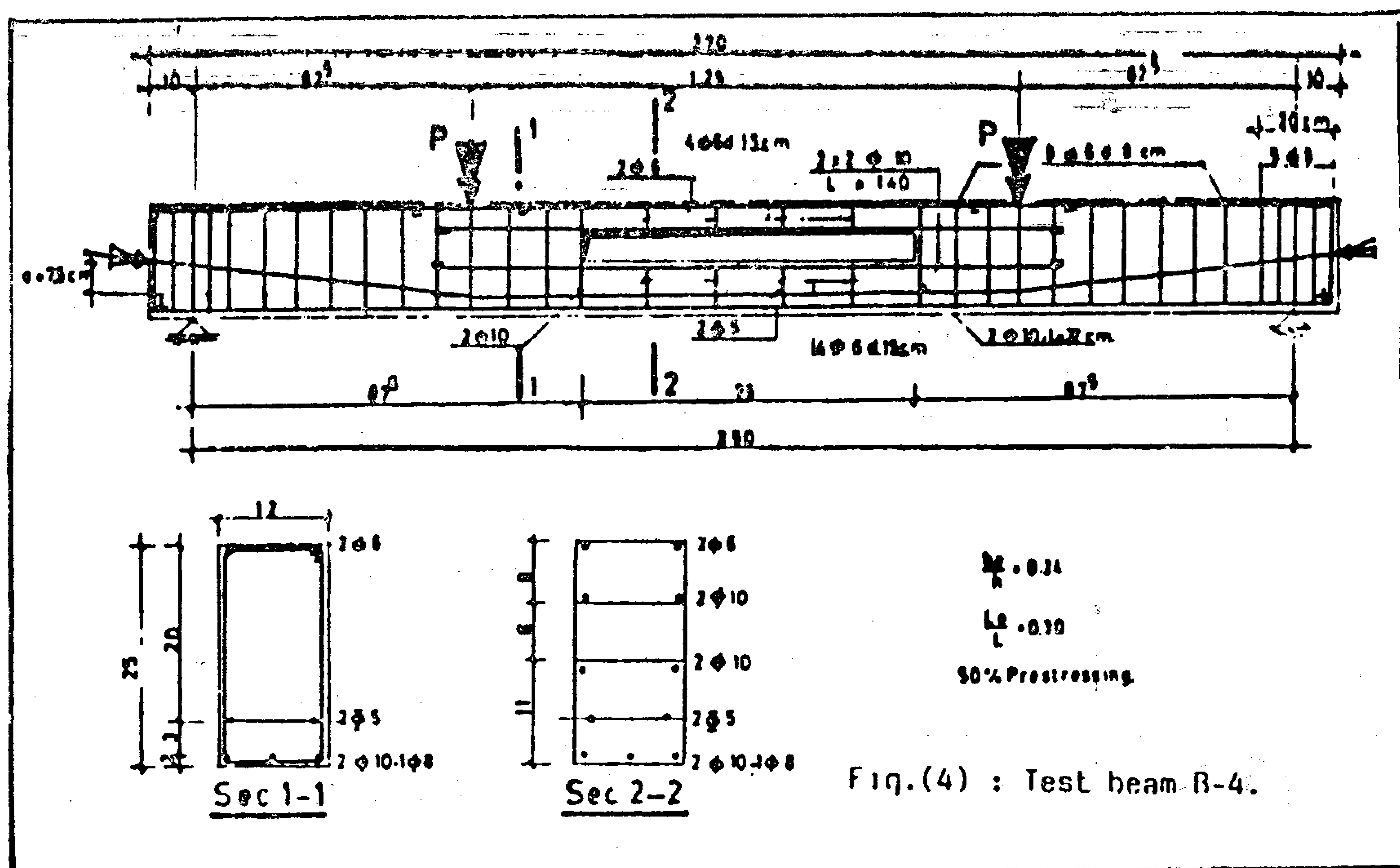


Fig.(4) : Test beam B-4.

reinforcement of closed stirrups 6 mm. diameter and 8 cm spacing were provided along the beam length except at its ends, where special reinforcement were used to resist transverse streeses. The opening of beams, (B-1 through (B-5), were reinforced horizontally by two longitudinal bars of 10 mm diameter and vertically by two attached stirrups of 8 mm diameter.

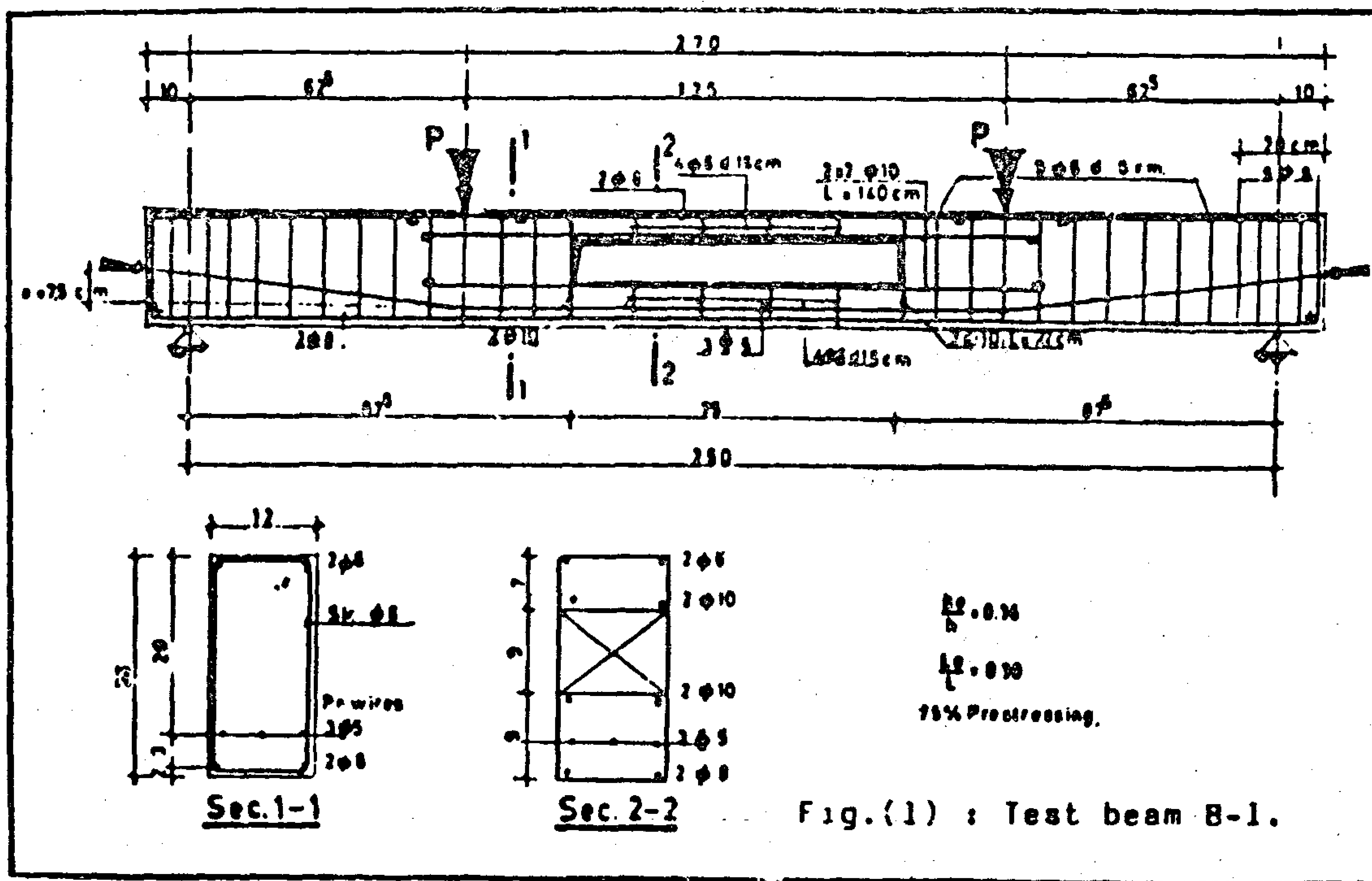


Fig.(1) : Test beam B-1.

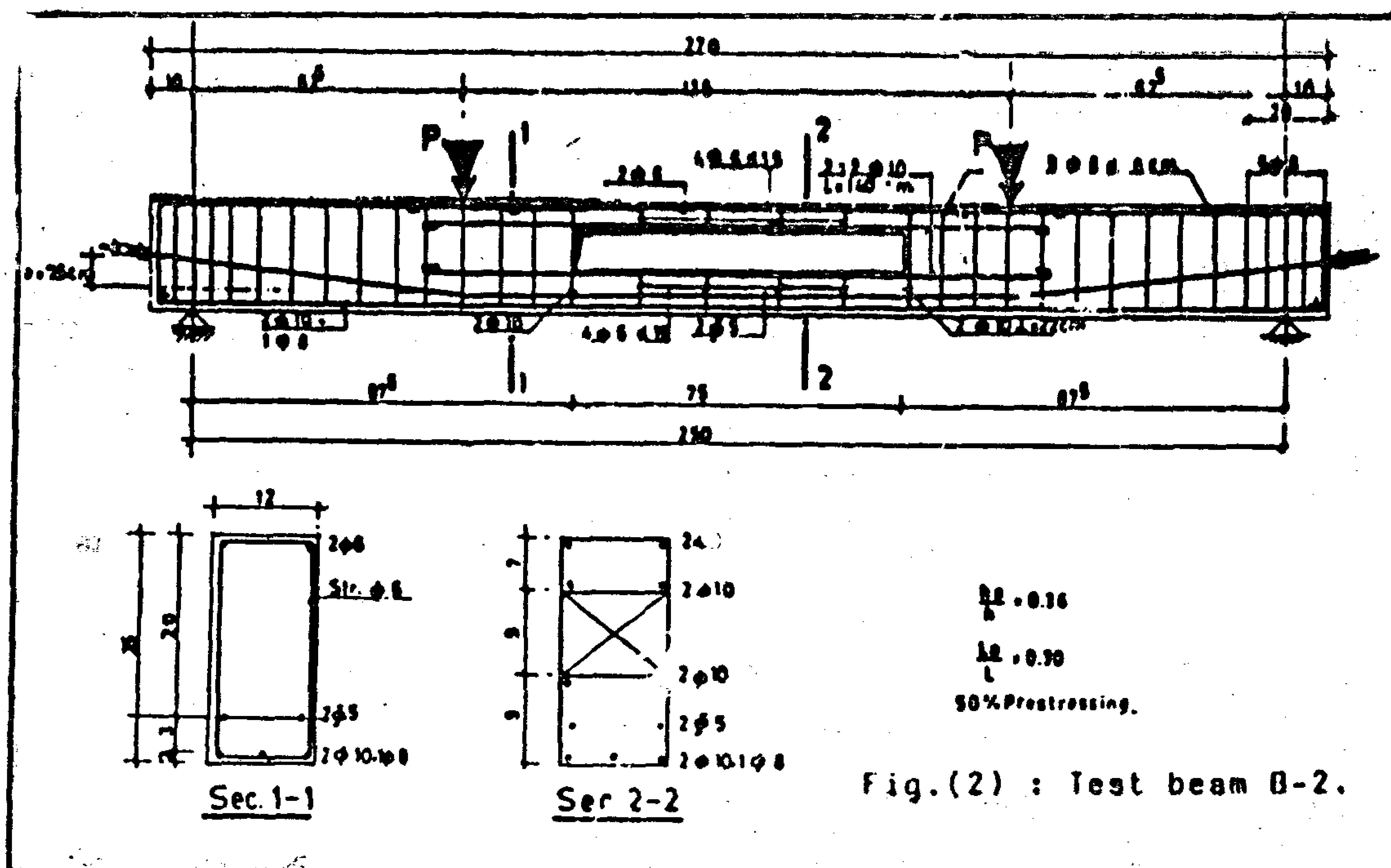


Fig.(2) : Test beam B-2.

EXPERIMENTAL ANALYSIS OF PARTIALLY PRESTRESSED CONCRETE BEAMS WITH OPENINGS IN THE PURE BENDING ZONE

M.E. Kassem* M.H. EL-Zanaty**, M.T. Moustafa*** and M. EL-Adawy Nassef****

Abstract

A series of six simply supported partially prestressed rectangular concrete beams is studied to determine the effect of central openings on the performance of such members. Effects of varying the prestressing level and the relative height of openings are investigated.

Deflections, crack propagation, extreme fiber strains and strain concentration around the corners of the openings were recorded during various stages of loading and up to failure. The results showed that central openings can be accommodated in partially prestressed beams without sacrificing serviceablity and strength on condition that appropriate reinforcement are provided around the openings.

1. Introduction :

In modern building construction, large openings in beams are used to provide passage for utility ducts and pipes. The dead space in false ceilings is thus put to economical use. Unless proper provision is made in the design for these openings, there is a risk that each of subtrades will knock out holes to suit their installations and possibily weaken the structure of frame of the building to a critical degree. Therefore, the effect of openings on the strength and serviceablity of the floor beams should be taken into consideration in design.

2. Experimental Investigation :

The objective of the experimental investigation is to study the effect of varying the degree of prestressing as well as the height of opening on the behaviour of partially prestressed concrete beams with central openings in the pure bending zone.

2.1 Test Specimens :

, Two groups of partially prestressed concrete simple beams were presented and tested at an age of five weeks. All beams were of 25 cm deep, 12 cm wide and having 250 cm effective span and 270 cm total span. Figure (1) through Figure (6). Beams (B-1), (B-2) and (B-3) had prestressing level of 75%, 50% and 25% respectively and central opening of 9 cm in height and 75 cm in length, (i.e. $h_o/H = 0.46$, $L_o/L = 0.3$). Beams (B-4) and (B-5) had a prestressing level of 50% and the height of the central openings are 6 and 12 cms respectively (i.e. $h_o/H = 0.24$ & 0.48) respectively. Both beams had an opening length of 75 cm, ($L_o/L=0.3$). Beam (B-6) had a prestressing degree of 50% and without opening. The results of the beam (B-6) were taken as reference for comparison. Broken tendon profile was used for all the beams with maximum eccentricity of 7.5 at load points. Shear

* Assitant lecturer, struct. Eng. Dept., Faculty of Eng., Cairo Univ.

** Lecturer, Struct. Eng. Dept., Faculty of Eng., Cairo Univ.

*** Lecturer, Struct. Eng. Dept., Factlty of Eng., Cairo Univ.

**** Professor of concrete Design, Struct. Eng. Dept. Faculty of Eng. Cairo Univ.

7 — Local protective works constructed without consideration of downcoast areas are likely to initiate an erosional chain reaction. Protective measures must be based on a careful assessment of transport along the entire coast.

REFERENCES

1. Abdel-Aal, F.M., «Coastal Sediment Motion Initiation», Paper presented at the 30th Alaska Science Conference, Alaskaland, Fairbanks, Alaska, Sept., 1979.

2. Abdel-Aal, F.M., «Longshore Transport on Sandy Beaches,» Paper presented at EUROMECH 156-the Mechanics of Sediment Transport Conference, Taksim, Istanbul, Turkey, July, 1982.

3. Brebner, A. and Kamphuis, J.W., «Model Test on the Relationships Between Deep Water Wave Characteristics and Longshore Currents,» Civil Eng. Report No. 31, Queens Univ. at Kingston, Ontario, Canada, 1963.

4. Caldwell, J.W., « Wave Action and Sand Movement Near Anaheim Bay, California, «TM-68, U.S. Army, Corps of Engineers, Beach Erosion Board, Washington, D.C., Feb., 1956.

5. Galvin, J.C. and Eagleson, P.S., «Experimental Study of Longshore Currents on a Plane Beach, «Tech. Memo. No. 10, U.S. Army Coastal Eng. Research Center, Fort Belvoir, Virginia, 1965.

6. Inman, D.L. **et al.**, «Application of Nearshore Processes to the Nile Delta,» Proc. of Seminar on Nile Delta Sedimentology, Unesco Project, Alexandria, Egypt, 1976, pp. 205-255.

7. Komar, P.D. and Inman, D.L., "Longshore Sand Transport on Beaches,» Journal of Geophysical Research, Vol. 75, No. 30, Oct. 1970, pp. 5914-5927.

8. Manohar, M. **et al.**, «Longshore Currents and Waves at Burullus Coast,» Proc. 14th Coastal Eng. Conf., ASCE, Vol. 2, 1974, pp. 685-698.

9. Manohar, M., «Beach Profiles Proceedings of Seminar on Nile Delta Sedimenology», Unesco Project, Alexandria, Egypt, 1976.

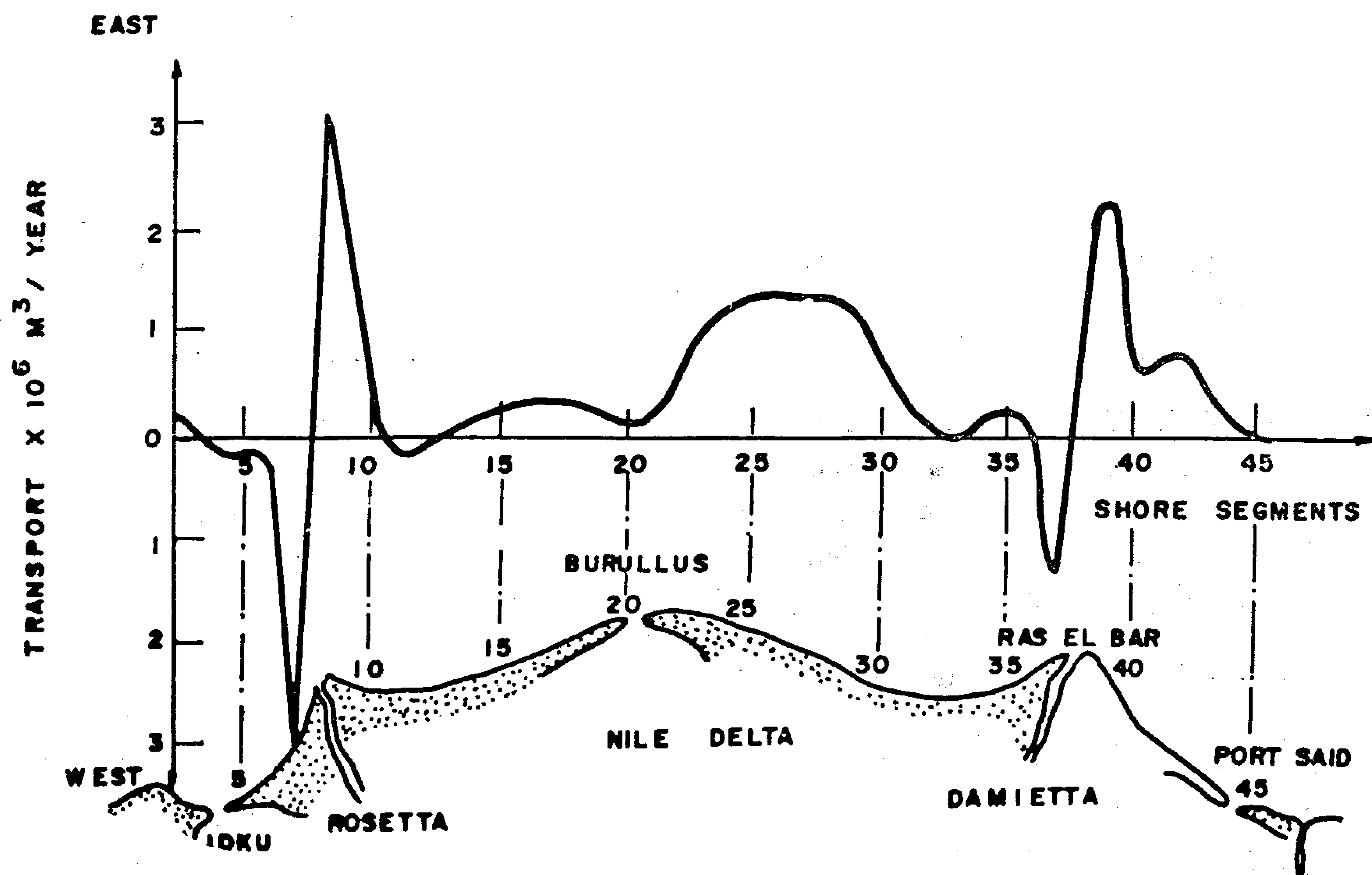
10. Moore, G.W. and Cole, J.Y., «Coastal Processes in the Vicinity of Cape Thompson, Alaska; Geologic Investigations in Support of Project Chariot in the Vicinity of Cape Thompson, Northwestern Alaska-Preliminary Report,» U.S. Geological Survey Trace Elements Investigations Report 753, 1960.

11. Quelennec, R.E., «Study of Wave Runs-Nile Delta Nearshore Records (Burullus),» Proceedings of Seminar on Nile Delta Coastal Processes, Alexandria, 1977.

12. Tetra Tech, «Shoreline Masterplan for the Nile Delta Coast,» Report to Shore Protection Authority, Ministry of Irrigation, Egypt, Dec. 1984.

13. Vitale, P., «A Guide for Estimating Longshore Transport Rate Using Four SPM Methods,» CETA 80-6, U.S. Army, Corps of Engineers, Coastal Engineering Research Center, Fort Belvoir, Virginia, April, 1980.

14. Watts, G.M., «A Study of Sand Movement at South Llake Worth Inlet, Florida, «TM-42, U.S. Army, Corps of Engineers, Beach Erosion Board, Washington, D.C., Oct. 1953.



FIG(4) LONGSHORE TRANSPORT RATE.

Conclusions

This paper discusses the erosion of the Nile Delta Coast, and the different processes involved. The following conclusions are reached :

1 — The Nile Delta Coast is undernourished except for short reaches. The present nourished profiles may eventually be undernourished.

2 — Further studies are needed for longshore currents by aquiring more field data. The effect of beach slope on these currents should be considered.

3 — Calculations of longshore transport require the use of an empirically determined coefficient. Nearly all the values of the coefficient reported in the literature are different from one another.

4 — The Coastal Engineering Research Center (SPM) Eq. (9), predicts longshore transport with the only dependence on wave characteristics. However, dependence should be also on sediment characteristics, and beach conditions. The coefficient of proportionality depends on several factors, therefore its constant value of 0.78 can be understood only as an approximation.

5 — The transport rate vary markedly along the Delta Coast, and mainly in the east direction. The absence of sediment supply, means that the overall net change along the coast is erosional.

6 — The appropriate use of modern concepts of sediment management can be applied to help minimize the erosion of the coast.

ight transport rate, I, and bulk longshore sediment transport, Q, related by :

$$Q = \frac{I}{(\rho_s - \rho)\, g\, (1 - P)} \qquad (7)$$

in which, ρ and ρ_s are the mass densities of water and sediment, respectively, g, the acceleration of gravity, and p, the inplace porosity of sediment.

Combining Eq. (5) and (7),

$$= \frac{K}{(\rho_s - \rho)\, g\, (1 - P)} P_{ls} \qquad (8)$$

$$\text{or } Q = K^* \, . \, b_{ls} \qquad (9)$$

Eq. (9) does not account for sediment size, beach slope, and porosity therefore it is unlikely that K* is a true constant. The equation is known as the (SPM) equation where K* is assumed constant and has dimensional units. Field data used in the (SPM) equation are presented in Table (3) and the relationship is plotted in Fig. (3).

Table 3. - Field Data and K* Factor

Investigator	Sediment size D_{mm}	No. of Data points	K*
Watts (1953)	0.40	4	0.90
Caldwell (1956)	0.40	5	0.76
Moore and Cole (1960)	1.00	1	0.25
Komar and Inman (1970)	0.18	4	0.77
Komar and Inman (1970)	0.60	10	0.82

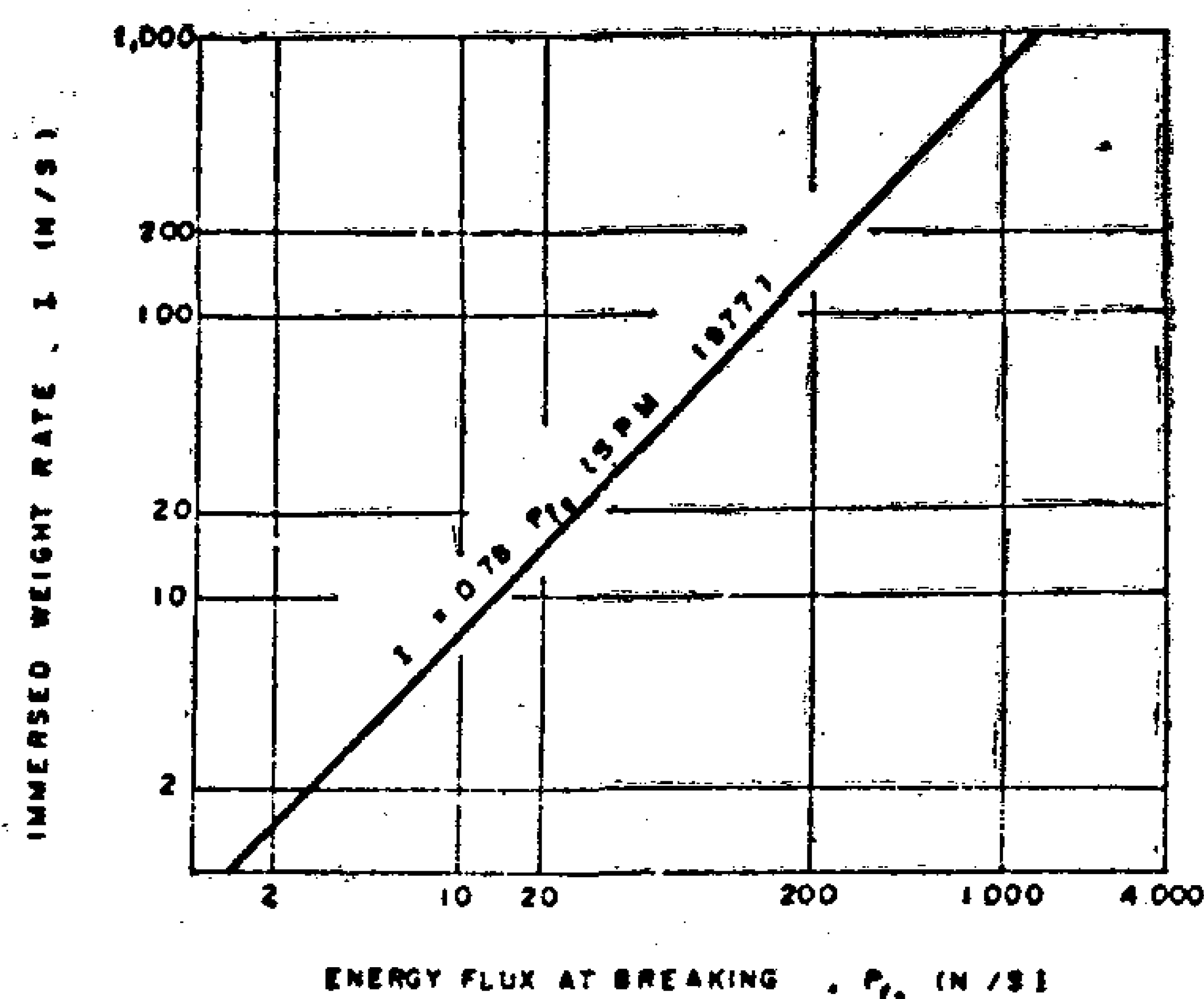


Fig (3) SPM RELATIONSHIP

Transport Along the Delta Coast

Inman, et al, (6) gave several estimates of longshore transport based upon refraction calculations of 6 sec waves from the Northwest. The data showed values of 0.9 x 10^6 m^3 /year for both Rosetta and Damietta, and 0.6 x 10^6 m^3/year along the Burullus Coast. Estimation of net longshore sediment transport potential along the Delta Coast (12), is given in Table (4), and Fig. (4).

Table 4.- Net Longshore Transport

Location	Net transport potential x$10^6 m^3$/yr.	Direction
Idku Inlet	0.3	West
West Rosetta Promontrory	0.8	West
East Rosetta Promontory	1.2	East
Burullus	0.2	East
Damietta Eastuary	0.8	East
East Damietta Promontory	1.6	East
Port Said	0.2	East

Shore Protection Structures

Many studies are needed to determine the best structures to be used to protect the Nile Delta Coast. A short term plan is required to protect the dangerously attacked areas until the final results of the ongoing studies are ready for application. This plan could also be used as a full scale field experiments for which data could be collected for further protection structures along the coast.

Based on previous studies, groins and artificial nourishment to build the eroded beach were chosen as remedial measures. The distance between the groins is taken about 30 m. These groins may be sufficient to protect the beach, however, some periodical artificial nourishment may be needed after the storm season.

A long term study project was started in 1971 to collect the data necessary for a better understanding of the problem. Some of the aims of that project were planning and design of protective structures for the Delta Coast based on extensive field data collection.

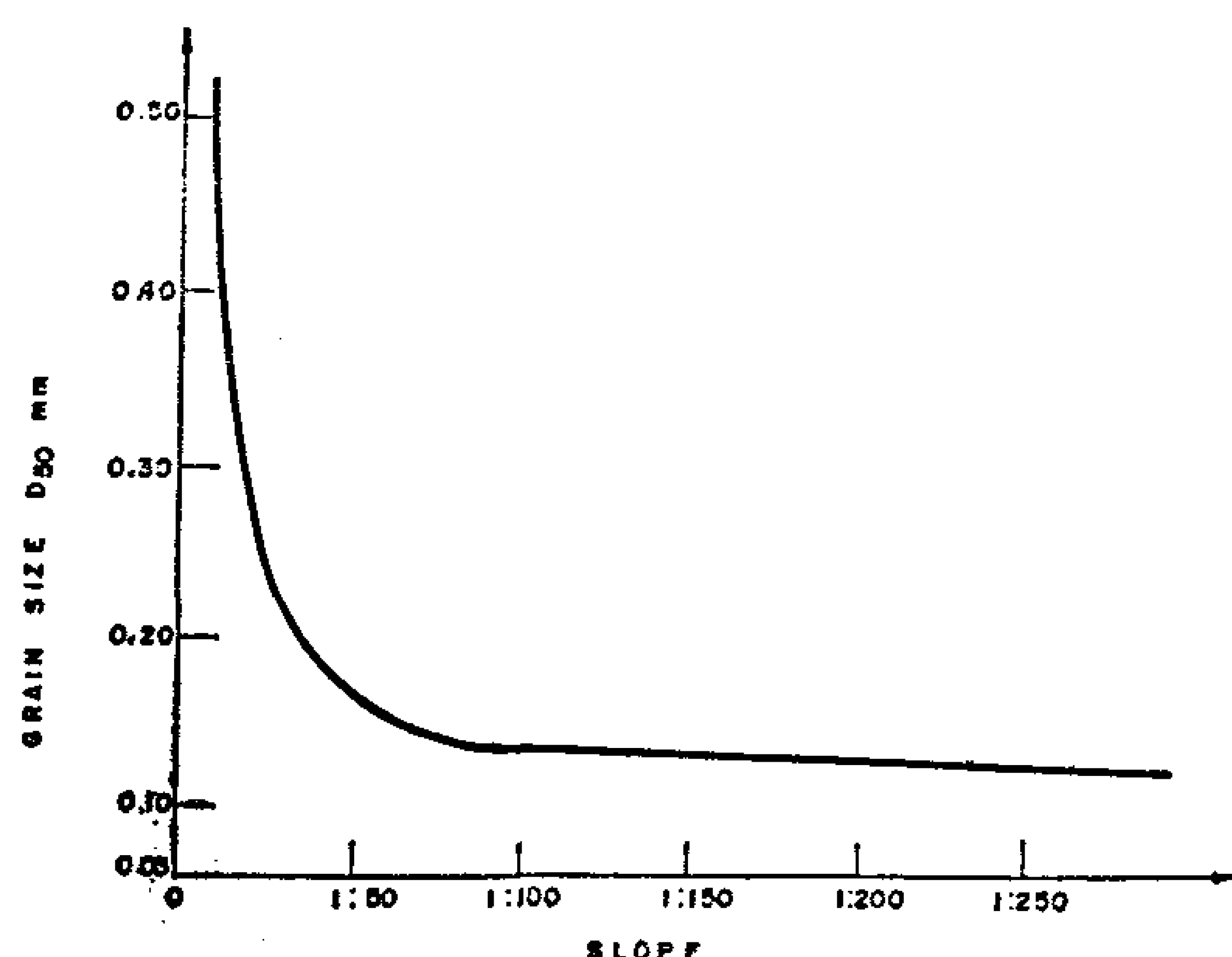


Fig. (2) SEDIMENT SIZE VS. SLOPE.

Longshore Currents

Breaking waves obliquely incident on the coast generate longshore currents in the surf zone. These longshore currents are important as they provide a means of transporting sediment along the coast (1). Four approaches can be used to calculate the longshore current of the Nile Delta (8) :

1. The radiation stress principle of Komar-Inman (7) which gives longshore current v_l as a function of the maximum horizontal orbital velocity Um of the breaking wave and wave crest angle α_b at breaking with the shoreline,

$$V_l = 2.45 \, u_m \sin \alpha_b \quad m/Sec \qquad (1)$$

2. Momentum balance principle of Galvin -Eagleson (5) namely.

$$V_l = K g \tan \theta \sin 2\alpha_b \quad m/Sec \qquad (2)$$

where

K = coefficient = (0.6-1.1)

g = acceleration of gravity

θ = beach slope ,

T = incident wave period

α_b = breaker angle

3. Energy balance principle of Brebner-Kamphuis (3),

$$V_l = \frac{8' H_o^{2/3}}{T^{1/3}} A \sin \theta^{1/3} \quad ft/sec \qquad (3)$$

where A is a function of wave crest angle with bottom contours in deep water, and Ho is deep water wave height.

4. Momentum balance principle of Brebner-Kamphuis (3),

$$V_l = \frac{14 \, H_o^{3/4}}{T^{1/2}} A \sin \alpha^{1/3} \quad ft/Sec \qquad (4)$$

The best agreement between theory and observation was found to be that achieved by the Galvin-Eagleson formula (8). Table(2) gives a summary about the longshore currents of the Nile Delta (12).

Eastimation of Longshore Transport Rate

,There are some available methods for estimating the longshore transport rate (2). The Coastal Engineering Research Center method (SPM) is presently the best accepted technique (13). The relationship between immersed weight transport rate of sediment, I, and longshore energy flux factor at breaking, P_{ls} is generally represented in terms of a dimensionless constant, K,

Table 2.- Longshore Currents of the Nile Delta

Location	Average velocity cm/sec		Maximum velocity cm/sec	
	To West	To East	To West	To East
Rosetta	35	30	67	65
Burullus	40	44	115	132
Damietta	35	36	115	130

$$I = K \, P_{ls} \qquad (5)$$

where for a single wave Train of breaking height, H_b, and breaking direction, α_b relative to a normal to the beach, P_{ls} can be expressed as,

$$P_{ls} = \frac{Y \, H_b^2}{8} \, C \sin \alpha_b \cos \alpha_b \qquad (6)$$

in which, Y, is specific weight of water and ,C, the wave group celerity at breaking.

A more useful form of Eq. (5) is obtained by noting that the immersed we-

ter, and the intensity of weather conditions is highly seasonal. High winds and waves are associated with storms. The winter season starting in November and ending in April with December through March experiencing most of the storms. April and May are transitional months with irregular wind and wave directions. Months of June through August experience warm weather and constant 75 cm high summer swells of (9-10) sec periods causing a rise of mean sea level at the coast of (20-30) cm with consequent erosion. Relatively calm and still weather exists during the period of September to October.

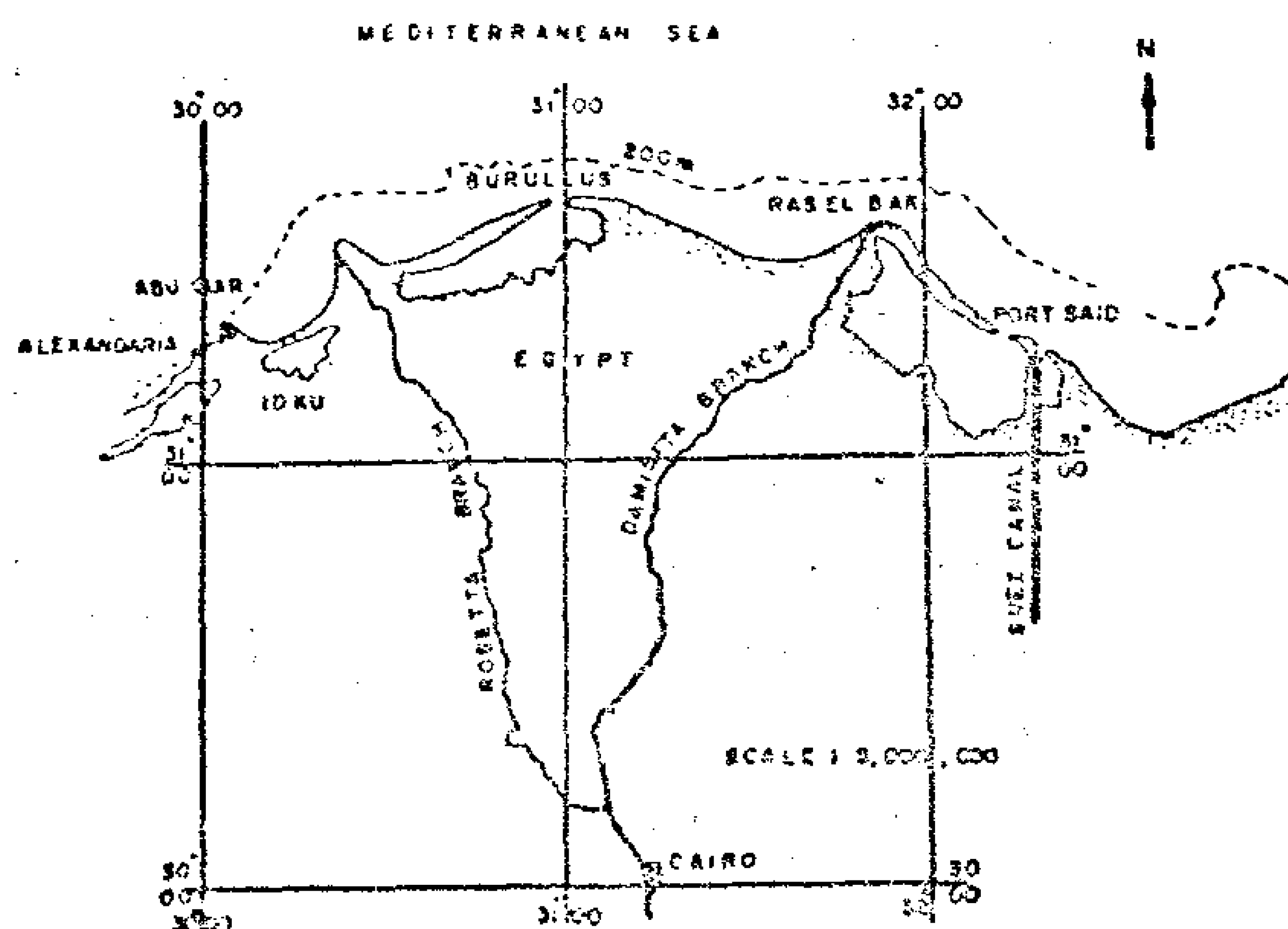


Fig. (1) NILE DELTA COAST

Wave records obtained at three different locations along the Delta Coast at Abuquir, Burullus, and Ras EL Bar were analysed for wave climate, Fig. (1).

They showed that the predominent swell direction to be NNW or NW. The winter season generates waves as high as 2.5 m significant height and their predominent direction is again NW or NNW (11). Table (1) gives a summary of wave heights and periods at the three locations. Tides along the Nile Delta Coast are semidiurnal.

Table 1. - Frequency of Wave Height and Period

	Equal to exceeding %	Abuquir		Burullus		Ras El Bar	
		$H_{1/3}$	H_{max}	$H_{1/3}$	H_{max}	$H_{1/3}$	H_{max}
Wave height cm	80	85	120	75	115	75	115
	50	95	135	105	148	105	135
	20	110	155	140	175	112	158
Wave period sec.	80	8.5		7.3		8.4	
	50	8.7		8.2		9.0	
	20	9.2		9.2		9.4	

Tidal records from stations along the coast showed that the average tidal difference between MHWL and MLWL to be small of the order of (25-30) cm. Therefore, the sea in this area is almost tideless.

Sediment Characteristics

The Nile sediments originate from the alumina and iron-rich soil of Ethiopia and have particular depositional features distinct from those of other soils of the Mediterranean Sea (12). The grain size of the prevailling alongshore sediment can be described as :

a-D_{50} = 0.20 mm for the area west of Ras El Bar,

b-D_{50} = 0.15 mm for the area east of Ras El Bar.

Bottom Profiles

The Nile Delta Coast profiles have various Categories of gradient namely a steep one (1 : 5 to 1 : 75) in the breaker zone, followed seaward by a flat one (1 :150 to 1 : 350) and still flater one off-shore. Overnourished profiles are nearly horizontal (9).

The coast is undernourished except for a short reach (3-4 km) in the Abuquir Bay, and a longer reach (40 km at a distance of 35 km) east of Burullus outlet. The profiles tend to show that with no Nile sediment, even the present nourished ones evntually attain the status of undernourished.

In general, the course material tends to accumulate in the zone of maximum wave energy namely the breaker zone. Seaward direction where the wave energy reduces, the sediment size gets progressively finer. Fig. (2) gives the relationship between grain size and slope (9).

EROSION OF THE NILE DELTA COAST

By

Farouk M. Abdel-Aal*

Abstract

The construction of the High Aswan Dam, which began filling in 1964, has resulted in a total absence of River Nile flow into the Mediterranean, and a corresponding loss of the sediment source for the Delta. However, the action of waves and currents remained the same and continued in eroding and changing the Delta configuration. The coast is now suffering from severe erosion and local shoreline retreat. The eroded sediment is carried eastward by the longshore currents.

This paper investigates the erosion taking place on the Nile Delta Coast. Different processes involved such as longshore currents and longshore transport are discussed.

Introduction

The Nile Delta region was created by the continuous discharge of large quantities of sediment into the Mediterranean sea by th Nile during thousands of years. In the course of time the supply of sediment exceedd the losses due to wave and current action, resulting in a continuous advance of the shoreline towards the sea, Fig. (1).

The construction of large control works on the River Nile caused a significant decrease of sediment load carried by the river. As a result, considerable erosion took place on the Delta Coast. The problem did not attract the proper attention until it started to affect the welfare of the people living along the coast. Erosion attacked the summer resorts, waves flooded villages, estuaries were blocked, and fisheries were deteriorating. The annual loss was estimated in 1970 to be about six million Egyptian Pounds.

Several field and laboratory studies were carried out during the last few years concentrating on the severely attacked areas. A long term project was started in 1971 to collect the data necessary for a better understanding of the problem.

Comparison of previous surveys (6) showed that the coastline has retreated at an annual rate of about 18 m/year at the Rosetta branch (1924-1964), 7 m/year at Burullus (1936-1964), and 33 m/year at Ras EL Bar (1908-1965). The erosion rate off the promontories appeared to have accelerated after the closure of the High Aswan Dam in 1964, averaging 160 m/year off the Rosetta branch (1971-1972), and 143 m/year east of Ras EL Bar (1943-1973).

The erosion of the Nile Delta Coast is investigated in this paper. The processes involved and the measures to protect the coast are discussed.

Winds, Waves, and Tides

The predominant wind and wave directions are North-Westerly in charac-

* Prof. of Coastal Engineering, Cairo University, Giza, Egypt.

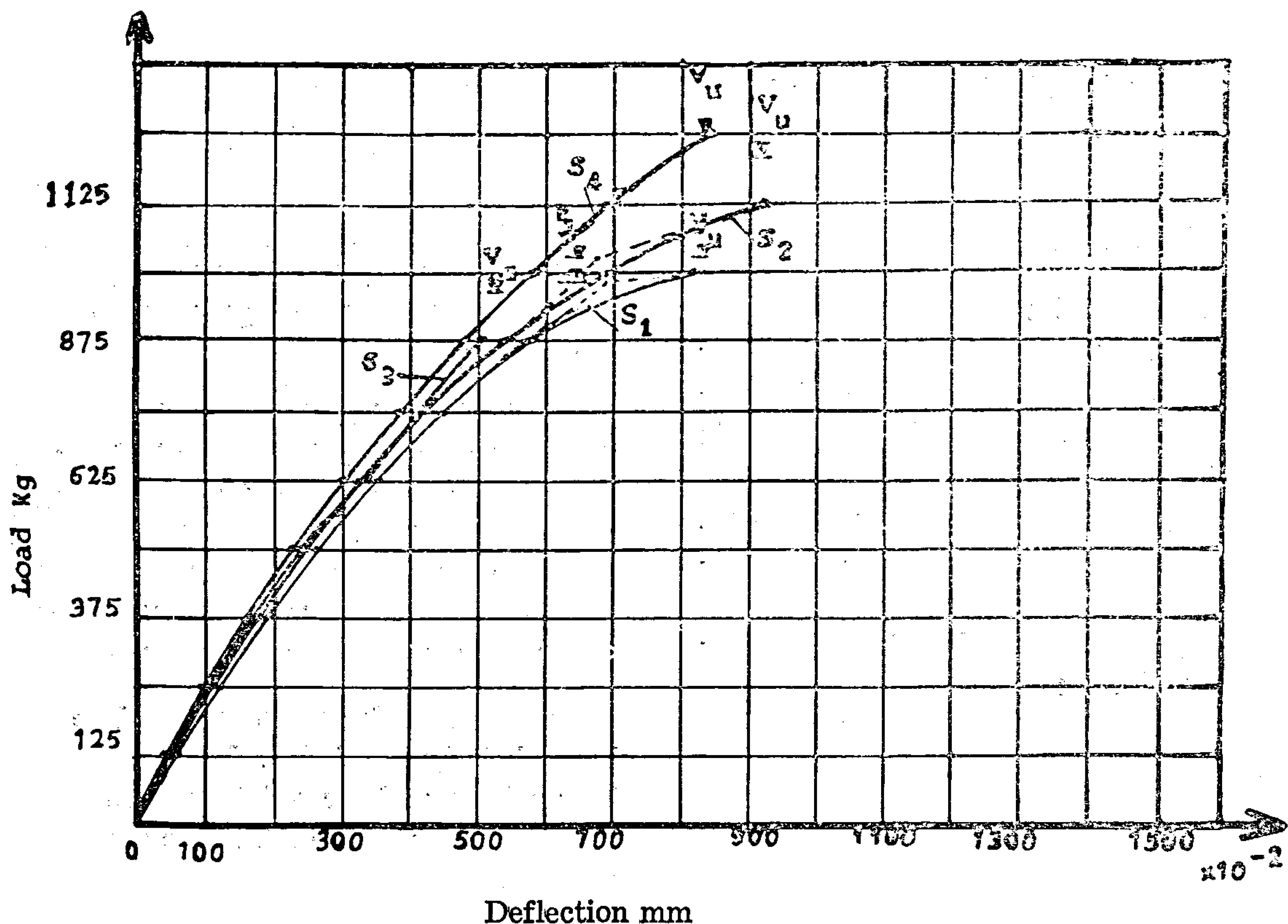


Figure 2 : Central load deflection relationship for the tested monolithic slabs.

At the ends of the samples the moments were zero (or small on that zone) and no cracks appeared within that area, then the shear stress at the concrete-epoxy morter interface at failure can be calculated by the conventional elastic equation:-

$$\tau_i = \frac{Vu \cdot Sc}{I \cdot B}$$

This gives

$$\tau_i = \frac{Vu\ nA_s(h-z)}{B[z^2(bh+nA_s)-z(bh^2+2nA_s h)+(\frac{b}{3}h^3+nA_s h^2)]}$$

Where

$$z = \frac{h}{2}\ \frac{(h+2nA_s/b)}{(h+nA_s/b)}$$

The shear resistance at the concrete-expoxy mortar is direct indication of the load bearing capacity of the tested element and it can be increased by increasing the width of the epoxy mortar making the concrete surface rought and the end of the bars to be bent and glued in holes on the slab but to verify the results further tests must be done.

CONCLUSION

The results of the tests of slabs with glued steel bars are encouraging in that the failure loads were quite high even in some samples the bars did not yield.

In practice especially in the case the bars are rusted and must be changed, the surface of the slab will not be flat after being cleaned and this will require to apply epoxy resin mortar by the full surface which will give better bond and horizontal shear resistance between the concrete and the glued bars.

For the case of pre-cast slabs the failure loads were low which means that other precautains must be taken to get good results.

of the load. This was the same even for the samples in which the bars yielded before failure.

For the case of slabs with joints the failure was characterised by sudden failure at small loads.

TEST RESULTS :

Observed values of loads and bending moments at collapse, together with calculated values of yield loads are given in table 2.

Yield moments were found by analysing the cross-section assuming that concrete possesses zero tensile strength and a rectangular compressive stress distribution as follows :

$$A_s f_y = 0.85 f'_{cp} \, b \, a$$

$$a = A_s f_y / 0.85 f'_{cp} b$$

$$M_y = 0.85 f'_{cp} \, b \, a \, (d - \frac{a}{2})$$

$$P_y = M_y / 0.75$$

Collapse of all samples took place after slipping between the epoxy mortar with the tensile bars and the concrete.

Slabs in which the tensile bars yielded before slip occured ($_1$S & S_2) are considered to have failed in bending. For these slabs the load at collapse was not much higher than the yield load.

The experimental yield loads were determined from the curves of central deflection at a load indicated by a marked increase in deflections with load as seen in figure 2.

Slabs in which the stress in the tensile steel was less than the yield stress when collapse occurred (S_3, S_4, C_1, C_2) are considered to have a shear-tension failure. As the tensile bars slipped off, the sudden collapse coincided with the tensile splitting of the concrete in tension.

These samples were expected to behave simlarly to reinforced concrete members without shear reinforcement, and this according to the ACI code can carry ultimate shear:

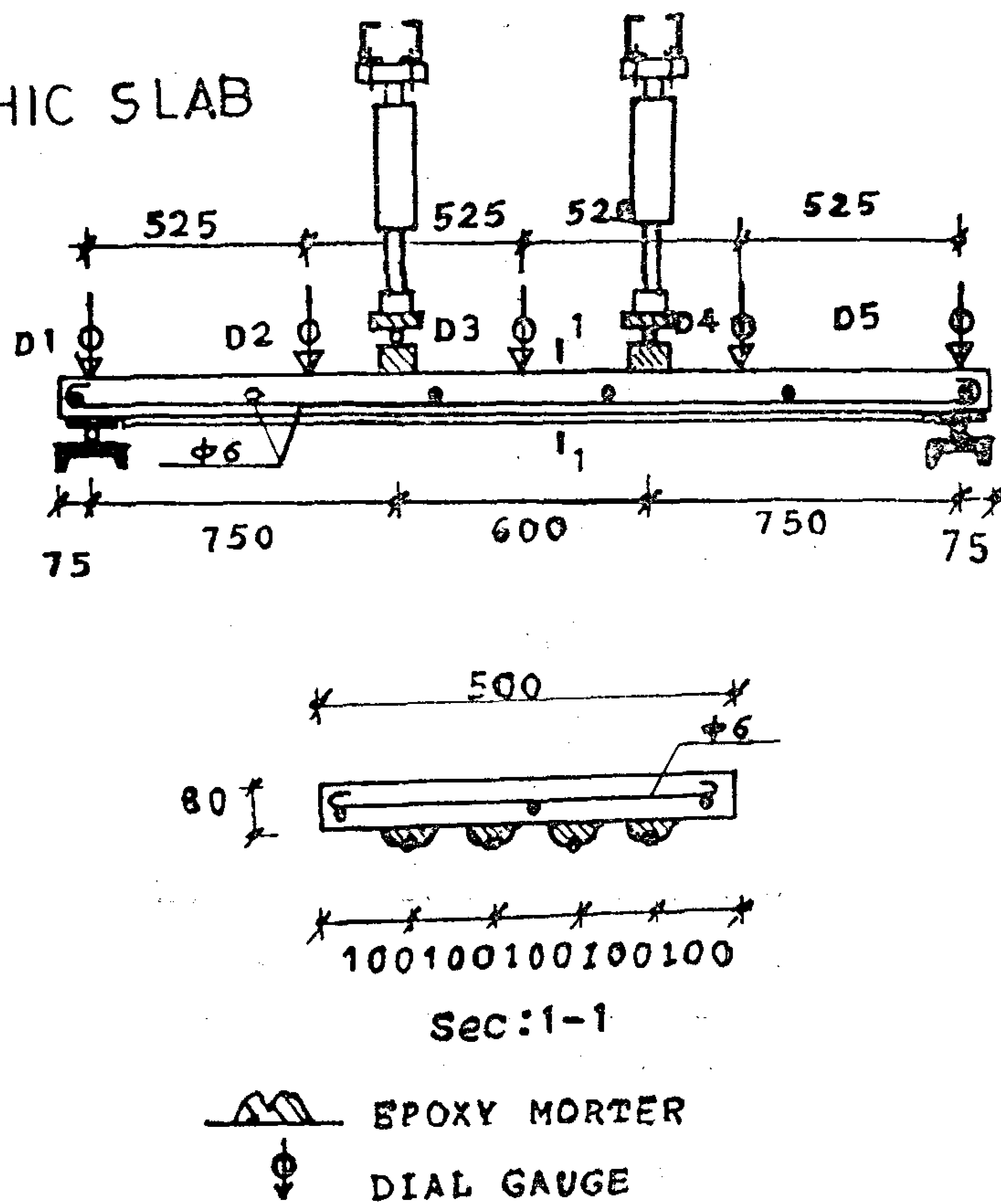
$$V_a = b \, d \, (2 \sqrt{f'_{cp}}), \ fcp \text{ in psi}$$

$$= 0.529 \, b \, d \, \sqrt{f'_{cp}}, \ f'_{cp} \text{ in kg/cm}^2$$

This gives values of shears and loads higher than the collapse loads, which indicates that these slabs failed mainly due to slipping of the glued bars.

TABLE 2

No.	Collapse load(t) Vu	Collapse moment (t.m) Mu	experimental yield load (t)	Calculated yield load (t)	horizontal shear kg/cm^2 τ_i
S_1	1.04	0.78	0.975	1.06	2.71
S_2	1.240	0.93	1.0375	1.07	2.43
S_3	0.995	0.75	--	1.47	3.72
S_4	1.25	0.94	--	1.49	3.52
C_1	0.25	0.19	--	1.05	--
C_2	0.375	0.28	--	1.07	--



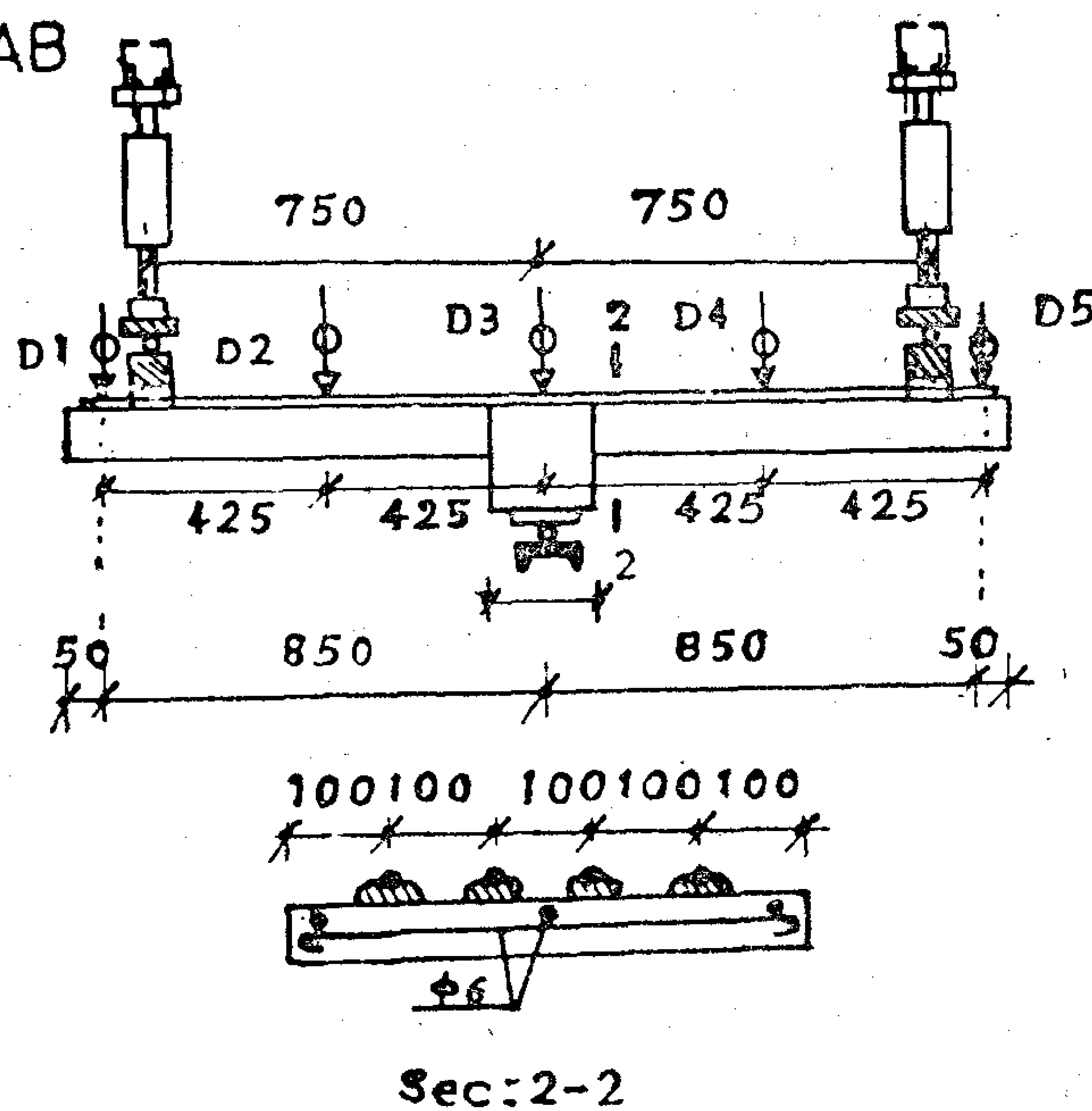


FIGURE 1 : Positions of loads and instrumentation for the tested samples.

TABLE 1

No.	diameter of bars mm	Width of epoxy mortar cm	concrete cylinder strength kg/cm^2	Steel yield stress kg/cm^2	Type
S_1	8	3.0	230	4080	Monolithic
S_2	8	4.0	234	4080	"
S_3	10	3.0	220	3950	"
S4	10	4.0	240	3950	"
C_1	8	3.0	225	4080	pre-cast
C_2	8	4.0	238	4080	"

First a reinforced concrete beam of cross section 15x15 cm. and length of 50 cm was placed and then the two slabs were put in place on the two sides of the beam and kept in place, after that the epoxy mortar was applied and the steel bars were glued and the element was tested by the scheme shown in fig. 1-b.

In the tests it was considered that the load from the jacks is applied to supports which does not touch the steel bars as shown in figure 1.

This type of test was chosen to simulate the case to repair a balcony or a shed and to make it in precast way.

The different samples characteristics and the method of testing and the properties of materials used are given in table 1.

The concrete strength was determined by taking samples (cylinders) which were tested on the day of testing of the elements.

Pieces of steel bars were taken and tested to determine their characteristics.

TEST PROCEDURE AND INSTRUMENTATION

The monolithic slabs were tested to failure over a simple span under two loads placed symmetrically about the mid-span to give a zone of pure bending.

The loads were applied over the full width of the slabs by using hydraulic jacks operating as shown in Figure 1 a.

The pre-cast slabs were tested to failure over 2 cantilevers by two hydraulic jacks, the loads were applied over the full width of the sabs by hydraulic jacks operating as shown in figure 1 b.

The deflection was measured by dial gauges of accuracy 1/100mm to determine the deflection of different points with the progress of the load. Dial gauges were fixed at the supports to measure any settlement and its readings were considered in the determination of the deflections at other points.

MODE OF FAILURE

For the case of slabs without joints the failure was characterised by the beginning of detatchment (slipping between the tensile glued bars and concrete) of one of the bars which was usually accompanied by certain voice, and this created some kind of dynamic effect which continued with the voice until the complete failure of the element without increasing

Also it is required sometimes to strengthen some slabs due to the increased imposed loads or to decrease the own weight by removing the concrete cover to steel.

The elimination of the botton cover to reinforcements has been accomplished by attachment of numerous stud shear connectors which in terms of cost offset the benefit of saving in weight.

A possible good solution is to glue steel to concrete. This study considers the repair or strengthening of such roof elements by sticking (gluing) to them steel bars using epoxy resin mortar. Theoretically speaking, the roof elements reinforced by the recommended method must have higher strength due to the bigger effective depth (no cover) if the bond resistance between the steel bars and the concrete through the epoxy resin is sufficient.

The thin steel plates (thickness of 1.0 - 1.5mm) are very flexible, and the author noticed that it is practically very difficult for normal slabs to keep the plate in contact with the slab with the full area until the epoxy resin is fully hardened and has enough strength to hold the plates in place. This requires to make many supports to the plate at different points. This also requires great care in the process and causes serious problems in practice.

Of course it is easier in the laboratory condition to glue the plates from the top side of inverted slab and to be sure to put some weight over the plates, but this method cannot be done in practice, and because also the people in practice are not accustomed to use plates for reinforcements.

This work considers to use reinforcing bars to be glued to the concrete by epoxy mortar to specimens of slabs and slab joints. The bar of diameter 8mm. and more has enough stiffness to hold itself in position.

This paper reports static bending tests to failure of 6 slabs reinforced by glued steel bars.

The main objective of the test programme was to gain knowledge of the general structural behaviour under load and failure mode of the tested monolithic and precast slab specimens and their ultimate strength in bending and shear.

TESTED SAMPLES ...

Originally, four slabs of width 50cm, thickness 8cm and length 225cm were cast S_1, S_2, S_3, and S_4). Minimum construc-(tion reinforcements were taken 3 bars of diameter 6mm. in the longitudinal direction and 6 bars of diameter 6mm. in the short direction.

Four parts of slabs of width 50cm, depth 8cm and length 80cm were cast also. They were reinforced with minimum reinforcements as the first group of slabs.

All slabs were made of concrete to give strength of 250 kg/cm^2 after 28 days.

Details of tested specimens are given in table 1.

Before the steel bars were glued to the slabs, the tension surface was cleaned and scrubbed with a wire brush, the epoxy mortar was mixed by the necessary ratio, and the bars were adhered in the epoxy mortar which was before put to the slab with the required width.

Because the bars are stiff it was easy to keep them in position. The width of epoxy resin mortar given in table 1 is rough average which was before marked on the slab surface.

For the case of pre-cast slabs (C_1 & C_2) the samples were ccellected directly on the testing rig as follows:

FLEXURAL TESTS OF CONCRETE SLAB ELEMENTS REINFORCED WITH GLUED STEEL BARS

By

Sherif H. Soliman B.SC., ph.D. M. ASCE
Assistant Professor, Helwan University

SYNOPSIS

In order to repair roof slabs with mistakes in design or their steel bars corroded or to reduce the own weight a possible solution by glued steel bars has been appraised.

This consists of cleaning the tension side of the slab from dirty, loose cover and rusted bars, to which reinforcement is attached in the form of steel bars by means of epoxy resin mortar adhesive. Specimens of the order of 80mm. thick were tested statically, the test results compared to theoretical results from accepted design procedures are given.

NOTATIONS

a = depth of equivalent rectangular stress block.

As = Area of tension reinforcements.

b = Width of compression zone of rectangular section.

B = Sum of width of epoxy morter.

C = Distance from extreme compression fiber to neutral axis.

d = Effective depth of section.

Es = Modulus of elasticity for steel.

Ec = Modulus of elasticity for concrete.

f'cp = Compressive strength of concrete (prism or cylinder).

f'cu = Cube strength of concrete.

fy = Yield stress of steel.

h = Total depth (thickness).

I = Second moment of area (section transformed to concrete).

L = Span.

Sc = First moment of area about centroid (section transformed to concrete).

vu = Collapse load (shear).

Mu = Collapse moment

My = Yield moment.

n = Modular ratio Es/Ec.

Py = Yield load.

INTRODUCTION :

In many buildings after completion and during service especially for floors near to the toilets, the steel reinforcements could rust due to the uncompacted concrete, insufficent cover to the reinfroments and the existence of water due to misuse of toilets. The corrosion of the steel could be so serious that these roof elements should be removed or treated. Also due to wrong design or bad placement of reinforcement during construction some roof elements may not have sufficiest strength or may suffer from excessive deformation.

In the cases stated before, the usual solution used is to remove this element and cast another in its place.

This is an expensive, difficult solution and needs long time and to stop the function of the building during the period of repair.

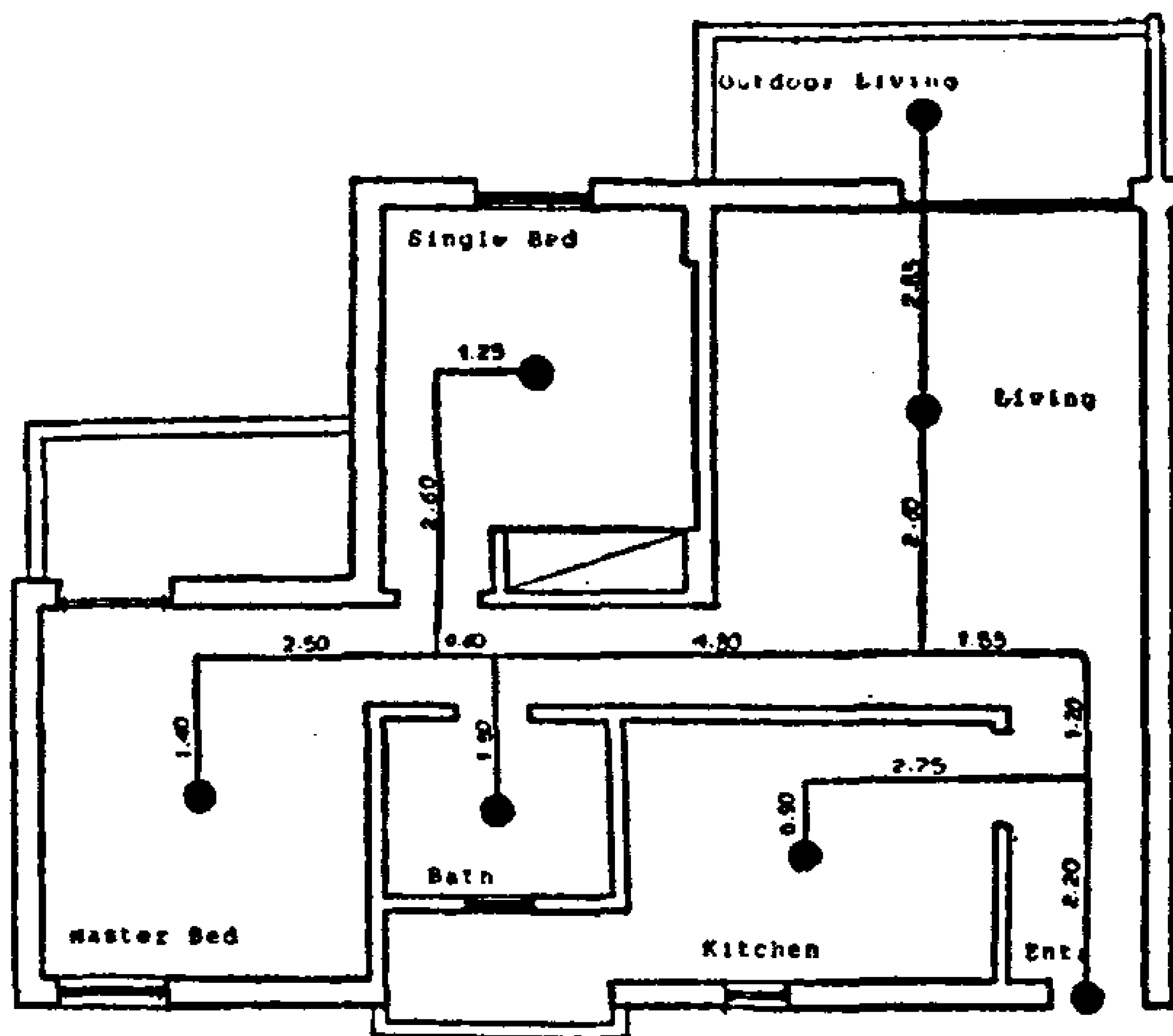


Fig. (4) HOUSING UNIT TYPE (3) HOUSING FOR OFFICERS - MADINET EL-TEWFIK

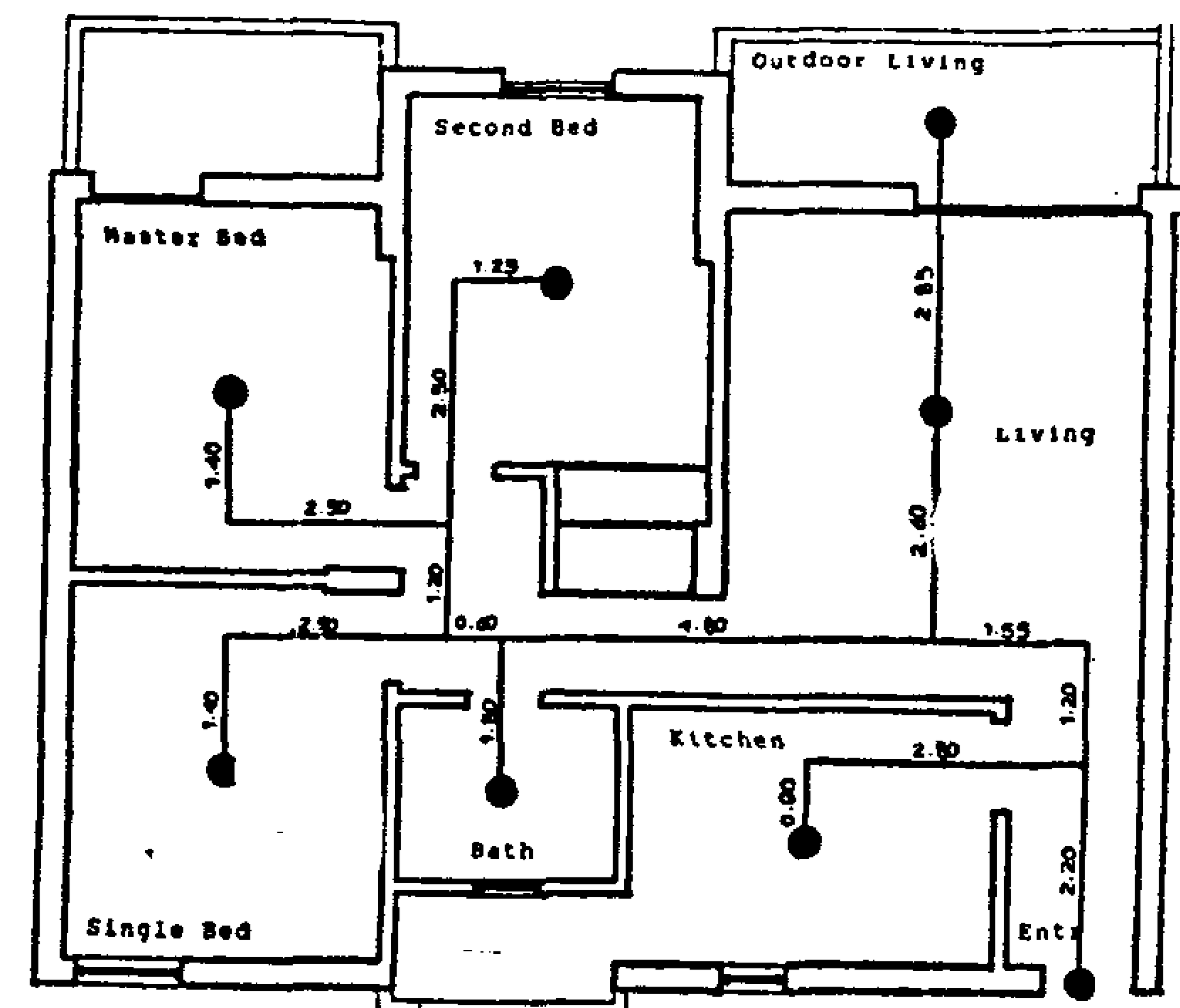


Fig. (5) HOUDING UNIT TYPE -4- HOUSING FOR OFFICERS - MADINET EL-TEWFIK

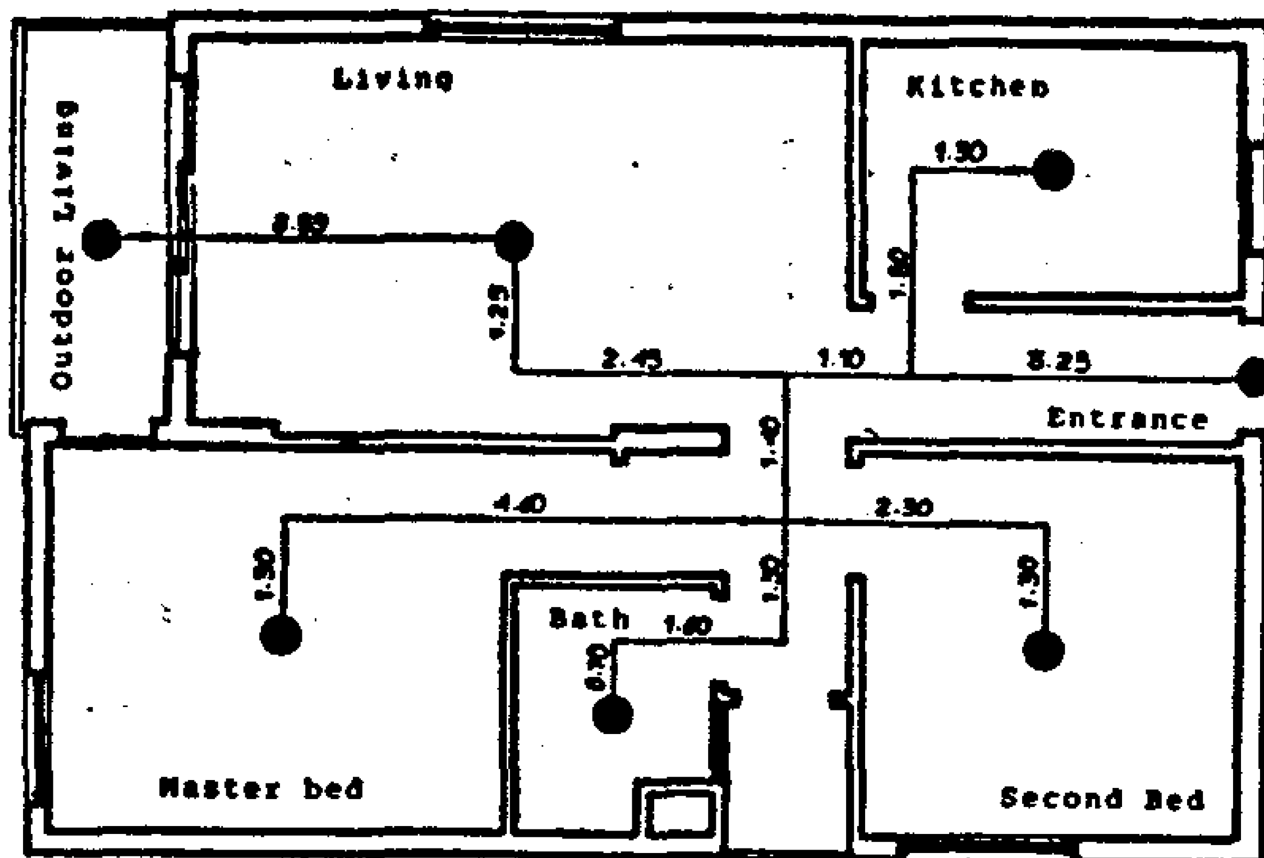


Fig. (6) HOUSING UNIT TYPE -5- Housing for Officers

REFERENCES

1. A MODEL FOR EVALUATING THE PERFORMANCE OF DESIGN SOLUTION.

Part one : Model Formulation, Dr. Magda Metwally. J. of the Egyptian Society of Engineers. Vol. 25, No.2 1986.

4- RESULT OUTPUT

HOUSING UNIT TYPE		1	2	3	4	5
PERFORMANCE OF DESIGN SOLUTION	:	.81	.69	.79	.87	.83
QUALITY	:	.78	.69	.79	.85	.82
ECONOMY	:	.89	.71	.78	.90	.85
FUNCTIONAL REQUIREMENTS	:	.77	.67	.79	.86	.83
AESTHETICAL REQUIREMENTS	:	.80	.80	.80	.80	.80
PERFORMANCE OF HUMAN ACTIVITIES	:	.78	.71	.84	.94	.85
PERFORMANCE OF COMM. BET.ACTIVITIES	:	.77	.59	.65	.67	.77
ROOMS GEOMETRY	:	.75	.88	.89	.93	.89
NUISANCE RESTRICTIONS	:	.77	.96	.93	.95	.98
ROOMS MICRO-CLIMATE	:	.74	.74	1.00	.95	.94
PLAN FLEXIBILITY	:	.83	.40	.60	.93	.67
STRUCTURE OF CIRCULATION ROUTS	:	.67	.39	.49	.48	.62
STRUCTURE OF FUNCTIONAL LINKS	:	.83	.52	.62	.71	.89
PERFORMENCE.OF CIRCULATION.AREA	:	.89	.98	.95	.96	.94

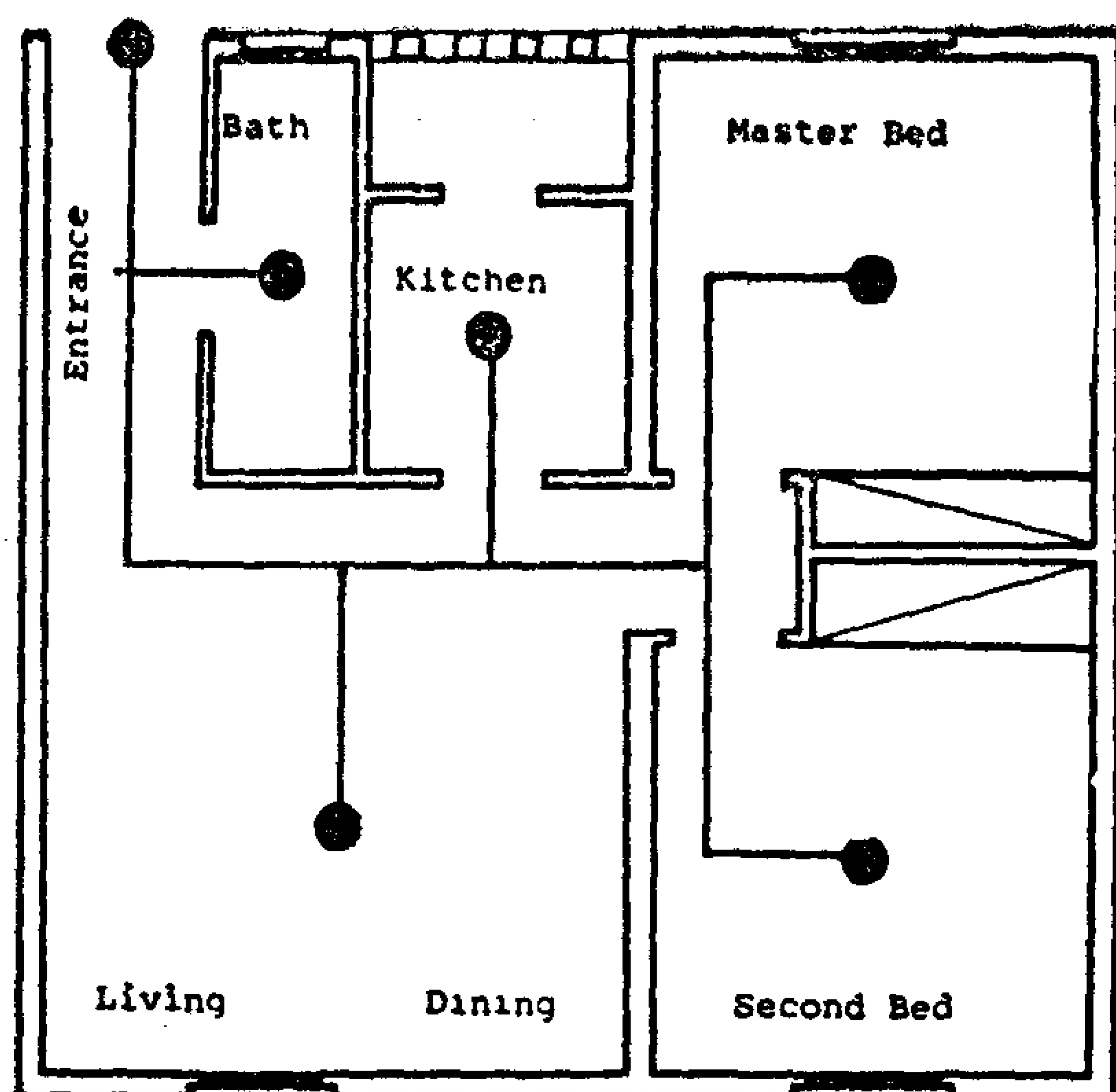


Fig. (2) Circulation Structure Diagram Housing Unit Type -1-

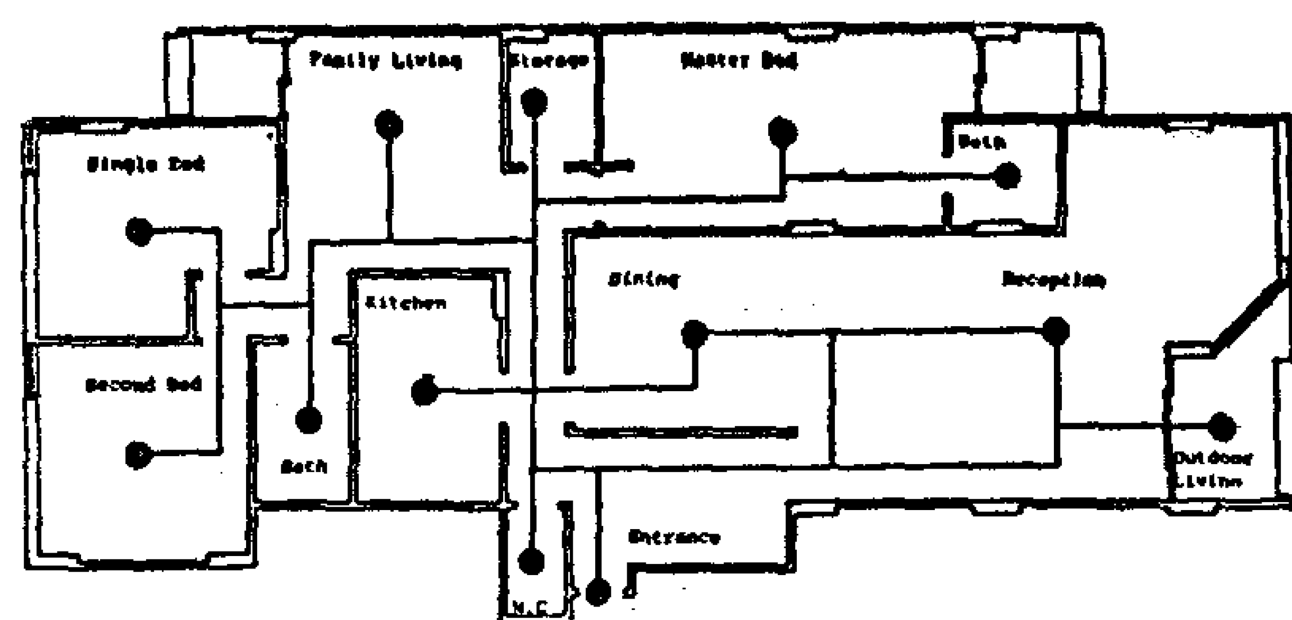


Fig. (3) HOUSING UNITTYPE -2- EL-GEZIRAH APPARTMENT BUILDING - ZAMALEK

3.3 INPUT PRINTING

```
PROJECT   :  HOUSING PROJECTS EVALUATION

GENERAL ORGANISATION FOR HOUSING BUILDING AND PLANNING RESEARCH

P E R F O R M E N C E  O F  H O U S I N G  U N I T  D E S I G N
Dr. Magda Metwalli , Dr. Fayrouz El Deeb ,Eng. Ashraf Fadel


R O O M  G E O M E T R Y :
*************************

Rg( 8 , 4 ):
************

 0  1  1  1  1  1  1  1
 1  1  1  1  1  1  1  1
 1  1  0  0  0  0  0  0
 1  1  1  1  1  1  1  0
Wg(4) :
*******

 1  1  1  1


N U I S A N C E   R E S T R I C T I O N S  :
**********************************************

Nr( 8 , 8 , 3 ):
****************

 0  1  1  1  1  1  0  1
 1  0  1  1  1  1  0  1
 1  1  0  1  1  1  1  1
 1  1  1  0  1  1  1  1
 1  1  1  1  0  1  0  1
 1  1  1  1  1  0  1  1
 0  0  1  1  0  1  0  1
 1  1  1  1  1  1  1  0
 0  1  1  1  1  0  1  1
 1  0  1  1  1  0  1  1
 1  1  0  1  1  0  1  1
 1  1  1  0  1  0  1  1
 1  1  1  1  0  0  1  1
 0  0  0  0  0  0  1  1
 1  1  1  1  1  1  0  1
 1  1  1  1  1  1  1  0
 0  1  1  1  1  1  0  0
 1  0  1  1  1  1  0  0
 1  1  0  0  0  1  1  1
 1  1  0  0  1  0  0  1
 1  1  0  1  0  0  0  1
 1  1  1  0  0  0  1  1
 0  0  1  0  0  1  0  1
 0  0  1  1  1  1  1  0
W(3):
*****

 .9  .9  1.2  0


R O O M S   M I C R O   C L I M A T E  :
*****************************************

Rmc( 8 , 6 ):
*************

 1  1  1  1  1  1  1  1
 1  1  1  1  1  1  1  0
 1  1  0  0  0  1  1  1
 1  0  1  1  1  1  1  1
 0  1  0  0  0  0  0  1
 1  1  1  1  1  1  1  1
Wmc(6):
*******

 .5  .0  1.5  1.2  1  1  0  0  0  0  0  0  0  0  0


P L A N   F L E X I B I L I T Y :
**********************************

Pf(3):
******

 .5  1  1


Wf(3):
******

 1  1  1


P E R F O R. O F   C I R C U L A T I O N  L I N K S :
*******************************************************

D1( 8 , 8 ):
************

 0  6  7.5  7.5  7.5  6  10  9
 6  0  7.5  7.5  7.5  6  10  9
 7.5  7.5  0  0  0  4.5  6.5  5.5
 7.5  7.5  0  0  0  4.5  6.5  5.5
 7.5  7.5  0  0  0  4.5  6.5  5.5
 6  6  4.5  4.5  4.5  0  7  6
 10  10  6.5  6.5  6.5  7  0  7
 9  9  5.5  5.5  5.5  6  7  0

A1( 8, 8):
**********

 0  3  2  2  2  3  3  2
 3  0  2  2  2  1  3  2
 2  2  0  3  3  3  1  1
 2  2  3  0  3  3  1  2
 2  2  3  3  0  3  1  2
 3  1  3  3  3  0  2  2
 3  3  1  1  1  2  0  1
 2  2  1  2  2  2  1  0

P E R F O R. O F  F U N C T I O N A L   L I N K S  :
*****************************************************

D2( 8 , 8 ):
************

 0  6  7.5  7.5  7.5  6  10  9
 6  0  7.5  7.5  7.5  6  10  9
 7.5  7.5  0  0  0  4.5  6.5  5.5
 7.5  7.5  0  0  0  4.5  6.5  5.5
 7.5  7.5  0  0  0  4.5  6.5  5.5
 6  6  4.5  4.5  4.5  0  7  6
 10  10  6.5  6.5  6.5  7  0  1
 9  9  5.5  5.5  5.5  6  1  0

A2( 8, 8):
**********

 0  3  2  2  2  3  0  0
 3  0  1  1  1  2  0  0
 2  1  0  1  1  3  0  0
 2  1  1  0  1  2  0  0
 2  1  1  1  0  2  0  0
 3  2  3  2  2  0  1  0
 0  0  0  0  0  1  0  0
 0  0  0  0  0  0  0  0

P E R F O R. O F  C I R C U L A T I O N   A R E A :
****************************************************

     Au= 41                 Ap= 49
     Wau= 1.0638            K1123= .3

     Fp = 28.00 m
```

	Master Bedroom	Single Bedroom	Second Bedroom	Dining	Reception	Living	Outdoor Living	Kitchen	Bath	P.Bath	W.C	Storage	Entrance
Master Bed		-	3	2	2	2	-	3	3	-	-	-	2
Single Bed	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Second Bed	3	-		2	2	2	-	1	3	-	-	-	2
Dining	2	-	2		3	3	-	3	1	-	-	-	1
Reception	2	-	2	3		3	-	3	1	-	-	-	2
Living	2	-	2	3	3		-	3	1	-	-	-	2
Outdoor Liv.	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
Kitchen	3	-	1	3	3	3	-		2	-	-	-	2
Bath	3	-	3	1	1	1	-	2		-	-	-	1
P.Bath	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-
W.C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-
Storage	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
Entrance	2	-	2	1	2	2	-	2	1	-	-	-	

Tab.(12) CONNECTIVITIES BETWEEN ROOMS (CIRCULATION)

	Master Bedroom	Single Bedroom	Second Bedroom	Dining	Reception	Living	Outdoor Living	Kitchen	Bath	P.Bath	W.C	Storage	Entrance
Master Bed		-	3	2	2	2	-	3	0	-	-	-	0
Single Bed	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Second Bed	3	-		1	1	1	-	2	0	-	-	-	0
Dining	2	-	1		1	1	-	3	0	-	-	-	0
Reception	2	-	1	1		1	-	2	0	-	-	-	0
Living	2	-	1	1	1		-	2	0	-	-	-	0
Outdoor Liv.	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
Kitchen	3	-	2	3	2	2	-		1	-	-	-	0
Bath	0	-	0	0	0	0	-	1		-	-	-	0
P.Bath	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-
W.C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-
Storage	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
Entrance	0	-	0	0	0	0	-	0	0	-	-	-	

Tab.(13) CONNECTIVITIES BETWEEN ROOMS (UTILITY + SUPERVISION)

	Master Bedroom	Single Bedroom	Second Bedroom	Dining	Reception	Living	Outdoor Living	Kitchen	Bath	P.Bath	W.C	Storage	Entrance
Master Bed		-	1	1	1	1	-	0	1	-	-	-	1
Single Bed	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Second Bed	1	-		1	1	1	-	0	1	-	-	-	1
Dining	1	-	1		1	1	-	0	1	-	-	-	1
Reception	1	-	1	1		1	-	0	1	-	-	-	1
Living	1	-	1	1	1		-	0	1	-	-	-	1
Outdoor Liv.	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
Kitchen	0	-	0	0	0	0	-		1	-	-	-	1
Bath	1	-	1	1	1	1		1		-	-	-	1
P Bath	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-
W C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-
Storage	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
Entrance	1	-	1	1	1	1	-	1	1	-	-	-	

Tab. (10) (DOOR)

MR_{ij2} = { 1. if rooms i and j satisfy the condition of compatibility refering to table 5
0. if rooms i and j do not satisfy the condition of compatibility refering to table 5

	Master Bedroom	Single Bedroom	Second Bedroom	Dining	Reception	Living	Outdoor Living	Kitchen	Bath	P.Bath	W.C	Storage	Entrance
Master Bed		-	1	1	1	1	-	1	0	-	-	-	0
Single Bed	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Second Bed	1	-		1	1	1	-	1	0	-	-	-	0
Dining	1	-	1		0	0	-	1	1	-	-	-	1
Reception	1	-	1	0		1	-	0	0	-	-	-	1
Living	1	-	1	0	1		-	0	0	-	-	-	1
Outdoor Liv.	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
Kitchen	1	-	1	1	0	0	-		1	-	-	-	1
Bath	0	-	0	1	0	0	-	1		-	-	-	1
P Bath	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-
W.C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-
Storage	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
Entrance	1	-	0	1	1	1	-	1	1	-	-	-	

Tab (11) (MENACE TO PRIVACY)

MR_{ij3} = [1, if rooms i and j satisfy the condition of compatibility refering to table 6
0, if rooms i and j do not satisfy the condition of compatibility refering to table 6

	Height m	Length-Width Ratio	Window area/ Floor area	W.of unobstruc. space/H. of ob-struction	Orientation of Windows	View outside
Master Bedroom	1	1	1	1	C	1
Single Bedroom	-	-	-	-	-	-
Second Bedroom	1	1	1	0	1	1
Dining	1	1	0	1	0	1
Reception	1	1	0	1	0	1
Living	1	1	0	1	0	1
Outdoor Living	-	-	-	-	-	-
Kitchen	1	1	1	1	0	1
Bath	1	1	1	1	0	1
P. Bath	-	-	-	-	-	-
W.C	-	-	-	-	-	-
Storage	-	-	-	-	-	-
Entrance	1	0	0	1	1	1

Tab. (8) ROOM MICRO-CLIMATE RMC (8,6)

	Master Bedroom	Single Bedroom	Second Bedroom	Dining	Reception	Living	Outdoor Living	Kitchen	Bath	P.Bath	W.C	Storage	Entrance
Master Bed		-	1	1	1	1	-	1	0	-	-	-	1
Single Bed	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Second Bed	1	-		1	1	1	-	1	0	-	-	-	1
Dining	1	-	1		1	1	-	1	1	-	-	-	1
Reception	1	-	1	1		1	-	1	1	-	-	-	1
Living	1	-	1	1	1		-	1	0	-	-	-	1
Outdoor Liv.	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
Kitchen	1	-	1	1	1	1	-		1	-	-	-	1
Bath	0	-	0	0	1	0	-	1		-	-	-	1
P.Bath	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-
W.C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-
Storage	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
Entrance	1	-	1	1	1	1	-	1	1	-	-	[illegible]	

Tab. (9) -(NOISE)

$$NR_{ijl} = \begin{cases} 1, & \text{if rooms } i \text{ and } j \text{ satisfy the condition of compatibility refering to table } 4 \\ 0, & \text{if rooms } i \text{ and } j \text{ do not satisfy the condition of compatibility refering to table } 4 \end{cases}$$

3.2. APPLICATION OF THE MODEL

For Evaluating Housing Project

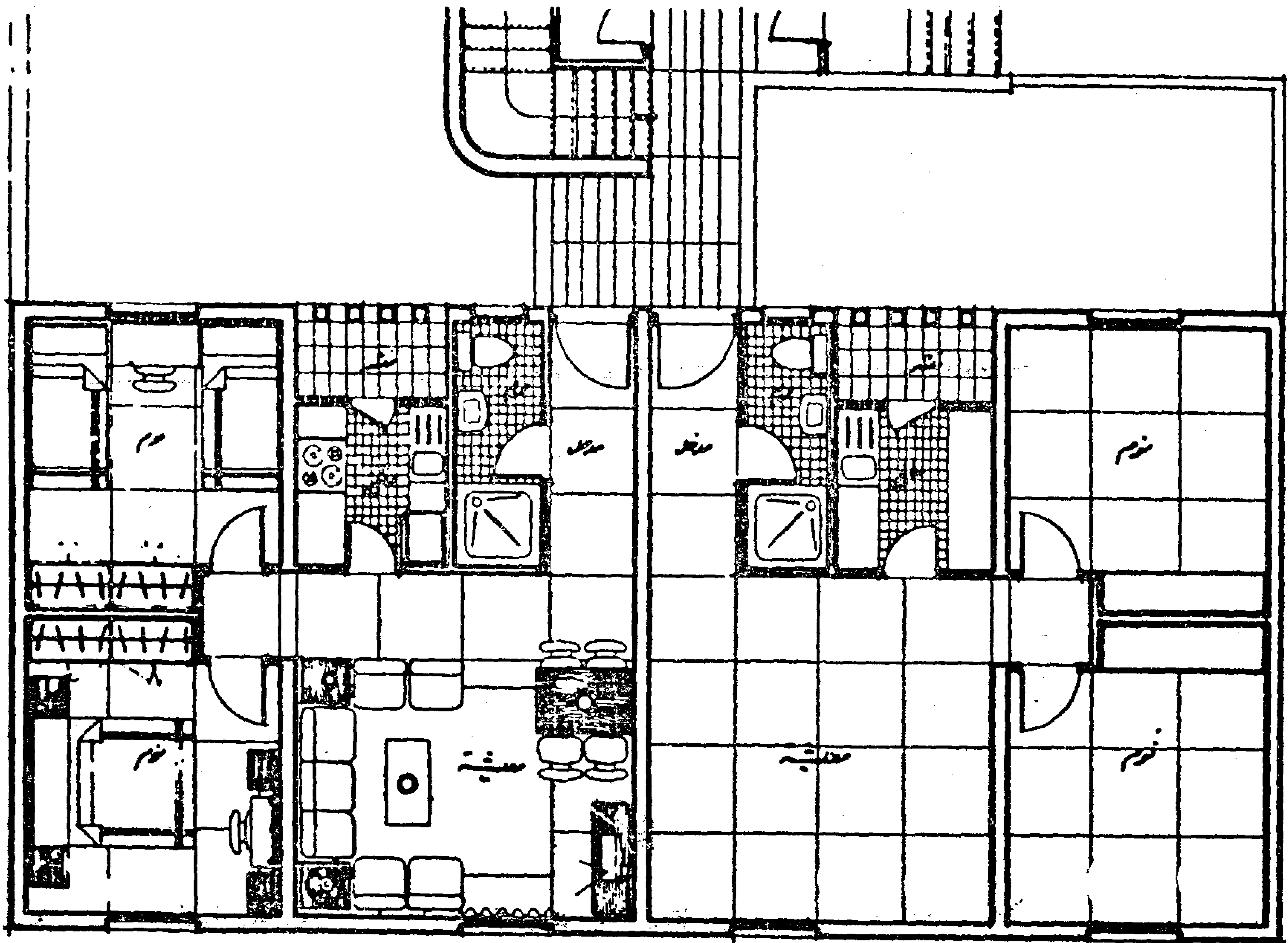


Fig. (1) EXPERIMENTAL HOUSING PROJECT IN 6th OF OCTOBER CITY HOUSING UNIT TYPE -1-

	Area m^2	Height m	Doors Location	Windows Location
Master Bedroom	0	1	1	1
Single Bedroom	-	-	-	-
Second Bedroom	1	1	1	1
Dining	1	1	0	1
Reception	1	1	0	1
Living	1	1	0	1
Outdoor Living	-	-	-	-
Kitchen	1	1	0	1
Bath	1	1	0	1
P.Bath	-	-	-	-
W.C	-	-	-	-
Storage	-	-	-	-
Entrance	1	1	0	0

Tab. (7) ROOM GEOMETRY RG (8,4)

Room	Second Bedroom	Single Bedroom	Dining	Reception	Study	Living	Outdoor Living	Kitchen	Bath	W.C	Storage	Entrance
Master Bedroom	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0
Second Bedroom		1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0
Single Bedroom			0	0	1	0	0	0	1	1	1	0
Dining				1	0	1	1	1	0	1	1	1
Reception					0	1	1	1	0	1	1	1
Study						0	0	0	0	1	1	1
Living							1	1	0	1	1	1
Outdoor Living								1	1	1	1	1
Kitchen									1	1	1	1
Bath										1	1	1
W.C											1	1
Storage												1

Tab. (4) COMPATIBILITY OF ROOMS (NOISE)

Room	Second Bedroom	Single Bedroom	Dining	Reception	Study	Living	Outdoor Living	Kitchen	Bath	W.C	Storage	Entrance
Master Bedroom	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1
Second Bedroom		1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1
Single Bedroom			1	1	1	1	1	0	0	0	1	1
Dining				1	1	1	1	0	0	0	1	1
Reception					1	1	1	0	0	0	1	1
Study						1	1	0	0	0	1	1
Living							1	0	0	0	1	1
Outdoor Living								0	0	0	1	1
Kitchen									1	1	1	1
Bath										1	1	1
W.C											1	1
Storage												1

Tab. (5) COMPATIBILITY OF ROOMS (ODOR)

1=comp.
0=incomp.

Room	Second Bedroom	Single Bedroom	Dining	Reception	Study	Living	Outdoor Living	Kitchen	Bath	W.C	Storage	Entrance
Master Bedroom	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1
Second Bedroom		1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1
Single Bedroom			1	0	1	0	0	1	1	0	1	1
Dining				0	1	0	0	1	1	0	1	1
Reception					0	1	1	0	0	1	1	1
Study						0	0	1	1	1	1	1
Living							1	0	0	1	1	1
Outdoor Living								0	0	1	1	1
Kitchen									1	0	1	1
Bath										0	1	1
W.C											1	1
Storage												1

Tab. (6) COMPATIBILITY OF ROOMS (MENACE TO PRIVACY)

	Height m	Length-Width Ratio	Window area Floor area ratio	Width of unobstructed space/ Height of obstruction	View outside
Master Bedroom	2.70	1.6	1/ 10	1.25	view
Second Bedroom	2.70	1.6	1/ 10	1.25	view
Single Bedroom	2.70	1.6	1/ 10	1.25	view
Dining	2.70	1.6	1/ 10	1.25	view
Reception	2.70	1.6	1/ 10	1.25	view
Study	2.70	1.6	1/ 10	1.25	view
Living	2.70	1.6	1/ 10	1.25	view
Outdoor Living	2.70	-	1/ 10	1.25	view
Kitchen	2.40	-	1/ 10	-	no view
Bath	2.40	-	1/ 10	-	no view
W.C	2.40	-	1/ 10	-	no view
Storage	2.40	-	1/ 10	-	no view
Entrance	2.70	-	1/ 10	-	no view

Tab.(2) MIN. REQUIREMENTS OF ROOM MICRO-CLIMATE FOR LOW-COST HOUSING IN EGYPT

	NORTH	North East	EAST	East South	SOUTH	South West	WEST	North West
Master Bedroom	□	□	□	□	□			
Second Bedroom	□	□	□	□	□			
Single Bedroom	□	□	□	□	□			
Dining	□	□	□	□	□			□
Reception	□	□	□	□	□			□
Study	□	□	□					□
Living	□	□	□	□	□			□
Outdoor Living	□	□	□	□	□			□
Kitchen			□	□	□	□	□	
Bath			□	□	□	□	□	
W.C			□	□	□	□	□	
Storage	□	□	□	□	□	□	□	□
Entrance	□	□	□	□	□	□	□	□

Tab (3) PREFERABLE ORIENTATION TO THE SUN

ing a set of sub-programs. Further attemps, by the author or others, to introduce additional submodels solving more detailed problems dont interrupt, in any way, the main structure of the model.

2. COMPUTER PROGRAM :

The computer program, written in BASIC language to executed on the HP 9845 T Desktop- Computer, is designed by Dr Eng. FAYROOZ ELDEEB & ENG. ASHRAF FADEL * The original program listing (742 lines) is made using the advanced BASIC II of HP-machines. It is available at request from the author.

3. INPUT PREPARATION

3.1. DETERMINATION OF REQUIREMENTS IN A TYPICAL LOW-COST HOUSING UNIT

	Min. Area m^2	Min. Height m
Master Bedroom	12	2.70
Second Bedroom	8	2.70
Single Bedroom	6	2.70
Dining	-	2.70
Reception	-	2.70
Study	-	2.70
Living	12	2.70
Outdoor Living	-	2.70
Kitchen	3.20	2.40
Bath	2.70	2.40
W.C	1.80	2.40
Storage	-	2.40
Entrance	1	2.70

Tab. (1) MIN. REQUIREMENTS OF SPACES FOR LOW-COST HOUSING IN EGYPT

*GOBPR

A MODEL FOR EVALUATING THE PERFORMANCE OF DESIGN SOLUTION

Part Two : Data Processing & Applications

Dr. Magda Metwally, GOHBPR

In a previous paper (1) a mathematical model, based on a systematic approach, has been developed for evaluating the performance of design solution. This model is concerned with the evaluation of alternative solutions to architectural design problem produced by architects or by computer aid. Using computer techniques, proposed model allows to investigate in a short time a very great number of design solutions before a final decision is made. It offers the architect a practical design tool which completes his strength and helps him to choose the best solution for further development. In addition to the function as an instrument of selection, the model can be used to evaluate existing building design and to determine the advantages of each solution, which makes use of the results of previous studies, and leads to the improvement of the effectiveness of further design work.

The model has many applications. In architectural design competitions, it can be useful for the jury members in selecting the best project which confirms with the mandatory requirements of the competition program.

In the present paper the computer program is illustrated by given some applications of the model in evaluating housing projects. The development and preparation of input data are presented with the results of some aplications.

1. SUMMARY OF THE MODEL

Three main parts can be distinguished in the model : data, method and results. The first part consists of the given variables and parameters, the second part includes the computational procedures, and the third is the results of applying the procedures to the given data.

.The data required can be divided into three main groups :

— data used to evaluate the functional requirements,

— data required to describe the aesthetical requirements,

— data concerning the economical requirements.

The proposed method, based on a systematic approach, breaks down the problem of design evaluation hierarchically to its tiniest components (single basic variables) by using the graph theory. The basic variables are evaluated either statistically or by using analytic techniques. Then, the final answer is obtained by synthesizing these basic variables successively.

The mathematical model is designed to act as a main computer program link-

*GENERAL ORGANIZATION FOR HOUSING BUILDING AND PLAN-NING RESEARCH.

BUILDING & CONSTRUCTION

INST. OF CIVIL ENGINEERS
INST. OF ARCHITECTS
INST. OF IRRIGATION ENGINEERS

CONTENTS

GENERAL SECTION :

Building and Construction

(ARABIC)

❊ ❊ ❊

(ENGLISH)

INDUSTRY AND PRODUCTION

(ARABIC)

❊ ❊ ❊

(ENGLISH)

RAW MATERIAL & CHEMICAL ENGINEERING

(ARABIC)

❊ ❊ ❊

(ENGLISH)

JOURNAL OF THE EGYPTIAN SOCIETY OF ENGINEERS

28 Ramsis St. Cairo ARE Tel. 740488

VOL. 25 ISSUE No. 3 1986

- Issued quarterly - Contributors are invited to submit material for editorial consideration addressed to the Editor. The Journal cannot accept responsibility for loss or damage of any material.

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS OF ARTICLES

— The Journal publishes articles contributing to the advancement of engineering science and applications.
— Articles may be written in Arabic or English and presented in triplicate with an abstract in both languages.
— Author's names should be given in full, together with their academic titles and professional occupation.
— Articles may not exceed 8 pages. In this respect, mathematical derivations may be abbreviated and tables replaced by curves.
— The Jornal does not hold itself responsible neither for the opinions nor the content expressed by the authors..
— Curves to be drawn on tracing papers, and to occupy half a page at most. Exceptionally, full page curves or plates are admitted. Curves presented will be scaled down to these sizes. Figures and lettering on curves should not be less than 3 mm even after scaling down.
— References to be given at the end of each article and classified alphabetically according to auther's name followed by the name of the journal or book and the date of issue.
— Authors will be presented with two proofs, the first one accompanied by a correction convention chart to ease the work of typing correction.

Magasine Subscriptions

Society members : Free

Inland Subscriptions :

Non-members	20 L.E
Non-engineers	50 L.E
Organisations	500 L.E
— Forgein Personnel	500 Us
Foreign Organisations	75 Us

مجلة جمعية المهندسين المصرية

٢٨ شارع رمسيس – القاهرة ج٠م٠ع ت ٧٤٠٥٦٩/٧٤٠٤٨٨

المجلد الخامس والعشرون — العدد الرابع ١٩٨٦

- تصدر المجلة ربع سنوية .
- ترسل النصوص المطلوب موافقة هيئة التحرير على نشرها باسم السيد / رئيس التحرير . وهو غير مسئول عن فقد او تلف أى نص .
- تنشر المجلة المقالات التى تسهم فى رفع مستوى العلوم الهندسية وطرق ممارستها .
- تقبل للنشر المقالات بأحدى اللغتين العربية او الانجليزية على الآلة الكاتبة ومعها ملخص بكل من اللغتين .
- المجلة غير مسئولة عن الأراء والمحتويات التى تنشر وهى تعبر عن كاتبها فقط .
- تذكر اسماء أصحاب المقالة كاملة باللغتين ومعها القابهم العلمية ووظائفهم .
- يراعى الا تتجاوز المقالة ٨ صفحات بالمجلة ، وفى سبيل ذلك يختصر الاشتقاق الرياضى ويستعاض عن الجداول بمنحنيات مرسومة بالحبر الشينى الأسود ، على أن يشغل المنحنى نصف صفحة على الأكثر ولا يشغل صفحة كاملة الا فى حالات استثنائية وسيصغر أى منحنى الى تلك المقاسات .

  ويراعى الا يقل ارتفاع الحروف أو الأرقام على المنحنيات المنشورة عن ٣ مم بعد التصغير .
- يعنى بذكر المراجع المستقى منها المقال وتصنف تبعا لاسم المؤلف ثم العنوان ثم المجلة أو الكتاب وتاريخه .

اشتراكات المجلة :

يتلقى اعضاء الجمعية نسخهم مجانا .

ولغير الأعضاء :

الاشتراك السنوى للمهندسين	**٢٠ جنيها**
الاشتراك السنوى لغير المهندسين	**٥٠ جنيها**
الاشتراك السنوى للهيئات	**٥٠٠ جنيه**

وخارج مصر :

للافراد ٧٥ دولار أمريكى سنويا .

والهيئات ٥٠٠ دولار امريكى سنويا .

وذلك عن الأربع اعداد السنوية ويعامل العدد الواحد بواقع الربع من هذه القيمة .

وتعطى أولوية النشر بالمجلة للسادة الزملاء اعضاء جمعية المهندسين المصرية .

رقم الايداع بدار الكتب ١٩٨٣/٢٩٨

طبعت بمطابع دار الشعب

محتويات العدد

التشييد والبناء

القسم العربى :

* * *

القسم الافرنجى :

التصنيع والانتاج

* * *

القسم الافرنجى :

الخامات الأولية والصناعات الكيميائية

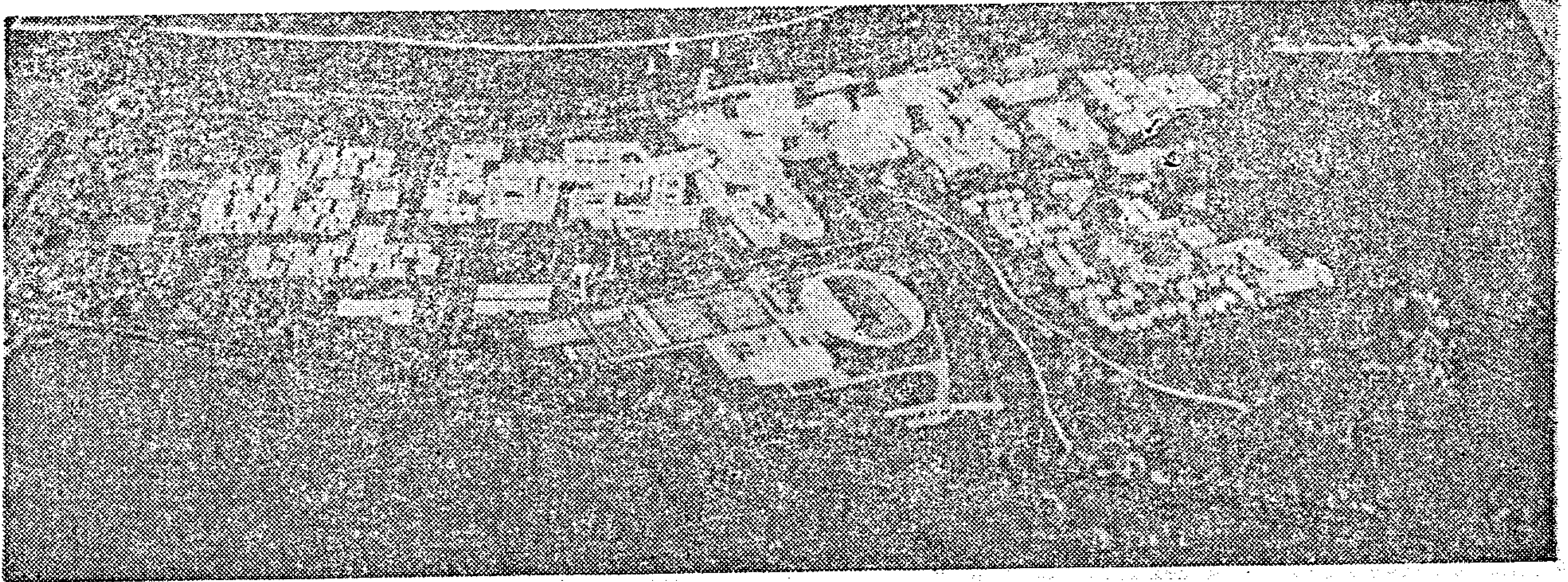
القسم العربى :

* * *

القسم الافرنجى :

التشييد والبناء

جمعية المهندسين المدنيين
جمعية المهندسين المعماريين
جمعية مهندسى الرى



المدن الجامعية الرياضية

اعداد وتقديم :

دكتور مهندس / توفيق احمد عبد الجواد

وبعد أن انتهينا من عرض وتحليل أهم الجامعات العربية التى تم انشاؤها فى بعض العواصم والبلاد فى هذا العصر ، وعددها ٢٠ جامعة ومدينة جامعية ، وضح تماما ان المدينة الجامعية تتكون من قطاعات ثلاثة رئيسية هى : قطاع الكليات العلمية والنظرية والانسانية ومبنى الادارة العامة وصالة الاحتفالات ، ثم قطاع الاسكان للاساتذة والطلبة والطلبات ومبنى اتحاد الطلبة.. ثم قطاع المبانى والوحدات الرياضية والترفيهية .. ورأينا ان كثيرا من هذه المدن الجامعية استكملت جميع عناصر تكوينها بهذه القطاعات الثلاثة قبل : جامعة الملك سعود بالرياض ، وجامعات الازهر الشريف والبصرة وبغداد وغيرها لذا رؤى استكمالا لهذا الموضوع وتحقيقا للفائدة العلمية المرجوة نشر بحث عن المنشآت الرياضية وعناصر تكوينها سواء المغطاه او المكشوفة وجميع ما يلزمها من الملاعب الرياضية وتحديد ابعادها ومقاساتها ومحتوياتها .

● **المبانى والوحدات الرياضية .** +

تصميم الوحدات الرياضية فن ويتطلب دراسة لنوع الرياضة ذاتها ، ونقدم هنا التخطيط والتصميم الذى نقترحه لعدد من الملاعب الرياضية لاستاد الجيزة الرياضى .

+ الملاعب الرياضية ـ بحث للمهندس معتز صلاح الدين مجلة المهندسين ـ العدد الخاص أكتوبر ١٩٨٥

ـ جامعة البصرة : العراق

تصميم المكتب العربى للتصميمات

يخطط ويصمم الاستاد حاليا فى هذه الآونة على المستوى العالمى بحيث يميل المحور الطولى الرئيسى للاستاد ١٥° ناحية الشمال الشرقى (شمال شرق ـ جنوب غرب) .

والغرض من الانشاء : اقامة ملعب رئيسى لممارسة رياضة كرة القدم اساسا علاوة على الالعاب الآتية :

١ ـ مضمار الجرى والعاب القوى بطول ٤٠٠م حول الملعب .

٢ ـ حارات الوثب الطويل والوثب بالزانة والوثبة الثلاثية .

٣ ـ حفر الوثب العالى .

٤ ـ منطقة رمى الجلة .

٥ ـ منطقة رمى القرص .

٦ ـ منطقة رمى الرمح .

٧ ـ منطقة رمى المطرقة .

مع الاخذ فى الاعتبار امكانية استعمال ارضية الملعب فى الاحتفالات والمهرجانات الشعبية .

الاحتياجات :

يحدد برنامج الاحتياجات بناءا على الأنشطة التى تحدث داخل المنشأ فى :

(أ) ممارسة الألعاب ، (ب) المشاهدة ،

(ج) الادارة ، (د) نشاط عام .

(أ) ممارسة الألعاب :

١ ـ ملعب كرة قدم مقاس دولى ـر١٠٠م × ـر٧٠م .

٢ ـ مضمار جرى وسباقات حواجز بطول ـر٤٠٠م حول الملعب .

٣ ـ حارات الوثب الطويل والوثب بالزانة والوثبة الثلاثية .

٤ ـ حفر الوثب العالى .

٥ ـ منطقة رمى الجلة .

٦ ـ منطقة رمى القرص .

٧ ـ منطقة رمى الرمح .

٨ ـ منطقة رمى المطرقة .

٩ ـ وحدات خلع الملابس وادشاش .

١٠ـ غرف تدليك اللاعبين ـ غرف الاسعافات الأولية .

ب) المشاهدة :

١ ـ شبابيك قطع التذاكر بأعداد كافية لمواجهة الأعداد الهائلة للجمهور .

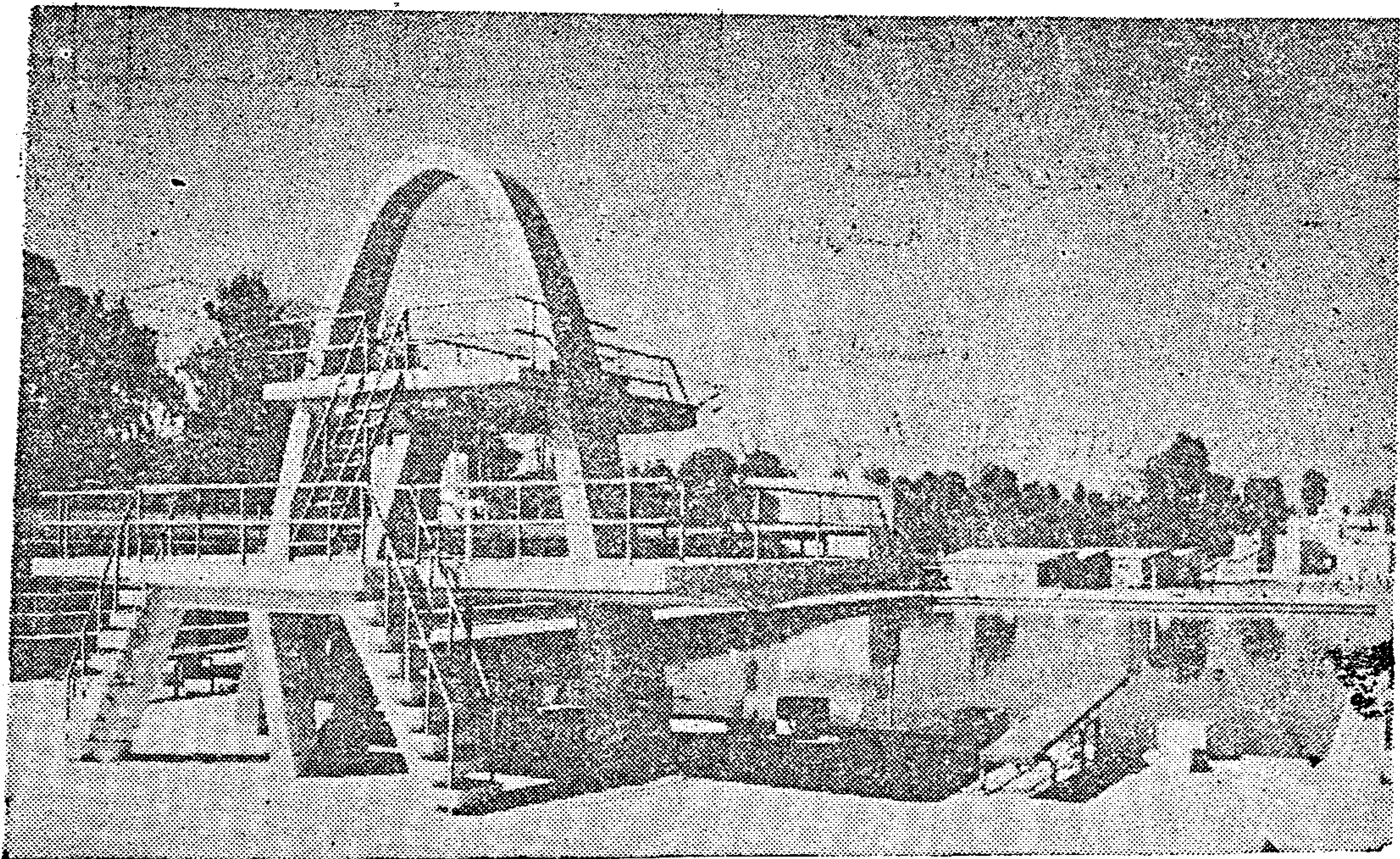
٢ ـ مدرجات بالسعة المطلوبة . وقد حددت سعة ٦٠٫٠٠٠ متفرج فى استاد الجيزة المقترح . مع وجود عدد من المداخل والمخارج كافية لسيولة تدفق الجمهور .

٣ ـ دورات مياه وبوفيهات تخدم .

٤ ـ منصة لكبار الزوار وتشمل : مدخل خاص بكبار الزوار ، صالون خاص بكبار الزوار ، دورات مياه واوفيس تخدم ، منصة تسليم الجوائز والكؤوس مع سهولة وصول اللاعبين من أرض الملعب الى المنصة .

(ج) الادارة :

١ ـ غرف خاصة بالادارة والمشرفين على الاستاد ، ٢ ـ غرف الحكام : ٣ ـ دورات مياه وادشاش ، ٤ ـ غرف الشرطة .

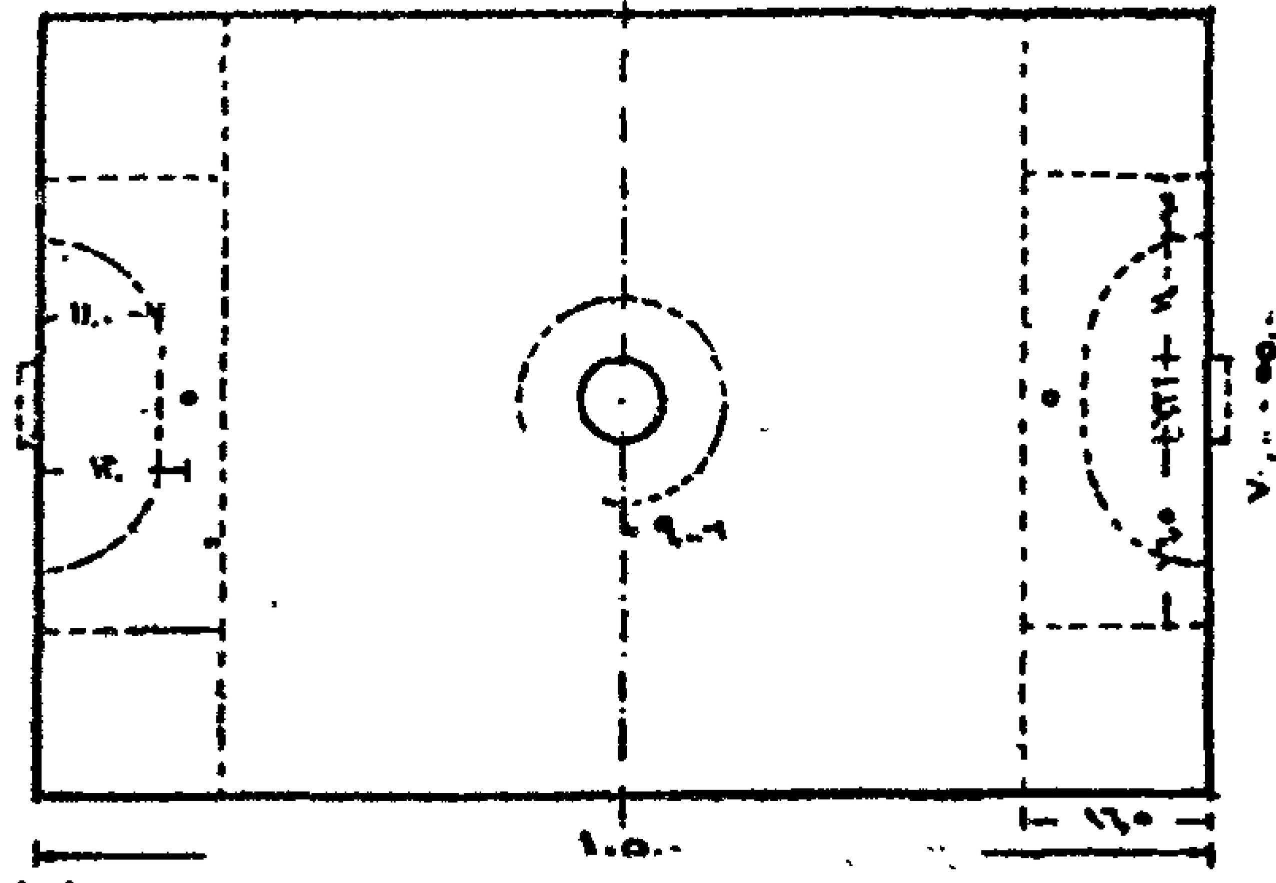


ـ حمام السباحة : المدينة الرياضية جامعة عين شمس / العباسية

(الالعاب الرياضية)

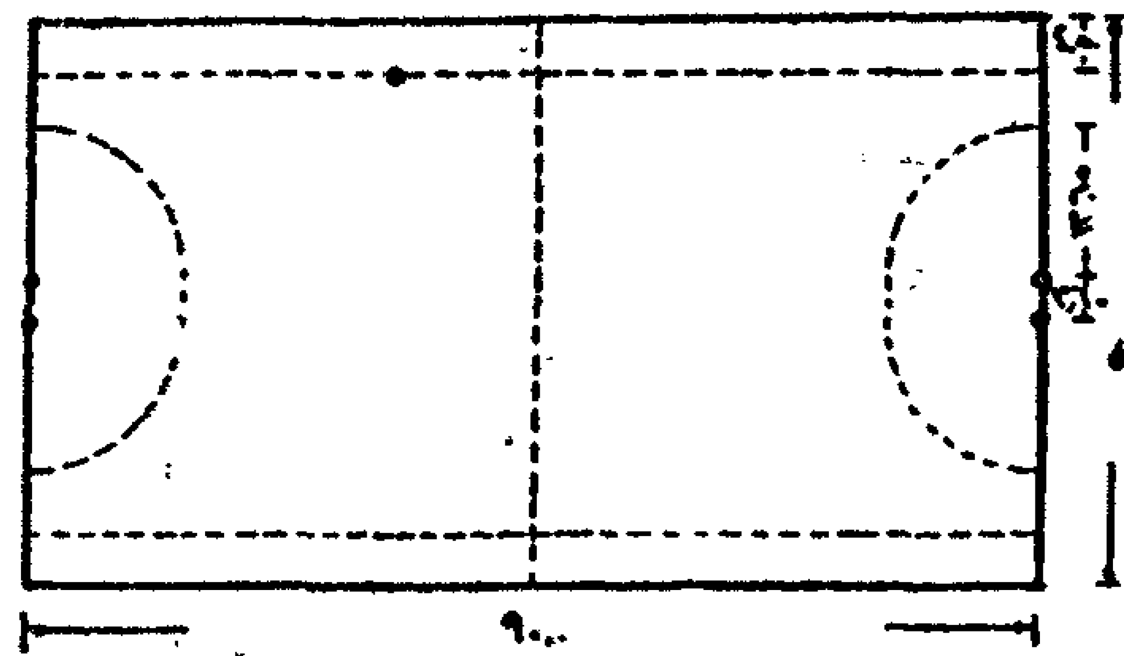
كرة القدم :

ابعاد الملعب ١٠٥ × ٧٠ متر
الحد الادنى ٩٠ × ٥٠ «
المرمى ٧٫٣٢ العرض و ٢٫٤٤ الارتفاع
كرة اليد (نفس الملعب)
ابعاد الملعب للسيدات
العرض ٤٠ – ٥٠ متر
الطول ٨٠ – ٨٠ «
المرمى ٧٫٣٠ العرض و ٢٫٤٠ الارتفاع



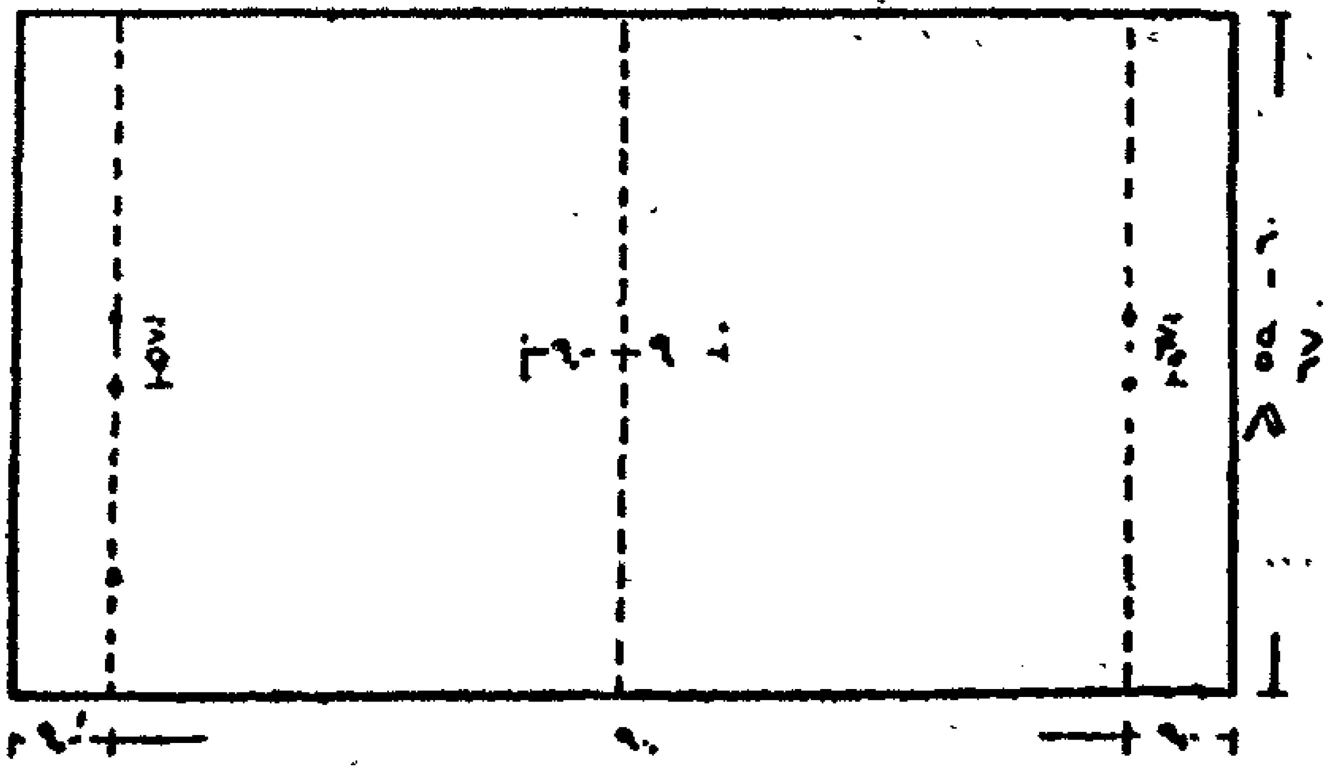
الهوكى :

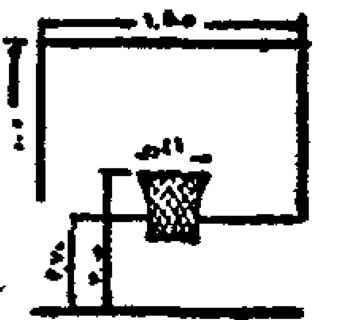
ابعاد الملعب (٥٠ – ٥٥) × ٩٠ متر
المرمى ٣٫٦٠ متر العرض
٢٫١٠ « الارتفاع



ارجـــى :

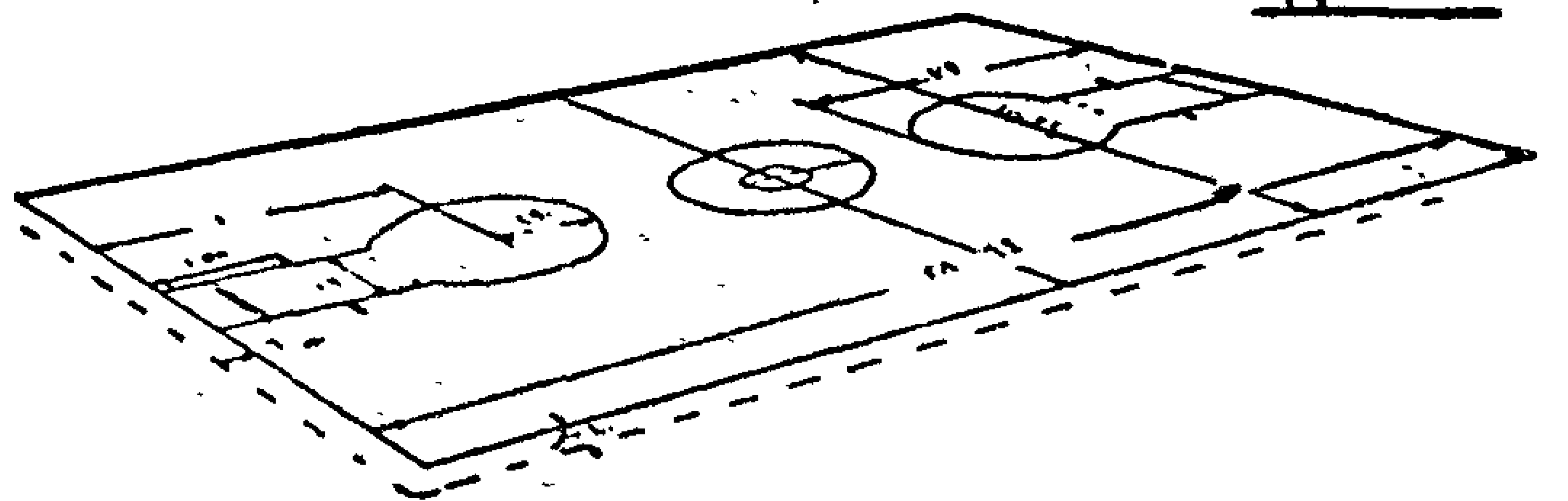
ابعاد الملعب (٦٧ – ٦٧٫٥) × ١٤٦ متر
الحد الادنى ٥٥ × ١٠٨ متر
رمـــى ٥٫٦٧ متر العرض
٣٫٠٠ « الارتفاع
مـــدة المرمى يجب ان تعلـو ٥٠ سم عن العارضـــة





كرة السـلة :

مساحة الملعب ٢٨٫٦٤ × ١٥٫٢٤ متر
ارتفاع فتحة السلة عن الأرض ٣٫٠٥ «
مساحة لوحة السلة ١٫٨٥ × ١٫٢٢



(د) نشـــاط عـام :

١ – لوحة نتائج الكترونية فى مكان يتمكن الجميع من مشاهدتها .

٢ – غـرف الاذاعـــة والتليفــزيون والصحافة .

٣ – اماكن مكافحة الحريق وهى متصلة بمخارج مائية تفتح على مســافات موزعة على المساحة الكلية للاستاد .

– ويراعى أن مبانى الاعاشة لطاقم المدربين يجب أن تكـون فى مبنى منفصـل تمـاما عن الاســـتاد .

الطرق المختلفة لوصول الجمهور :

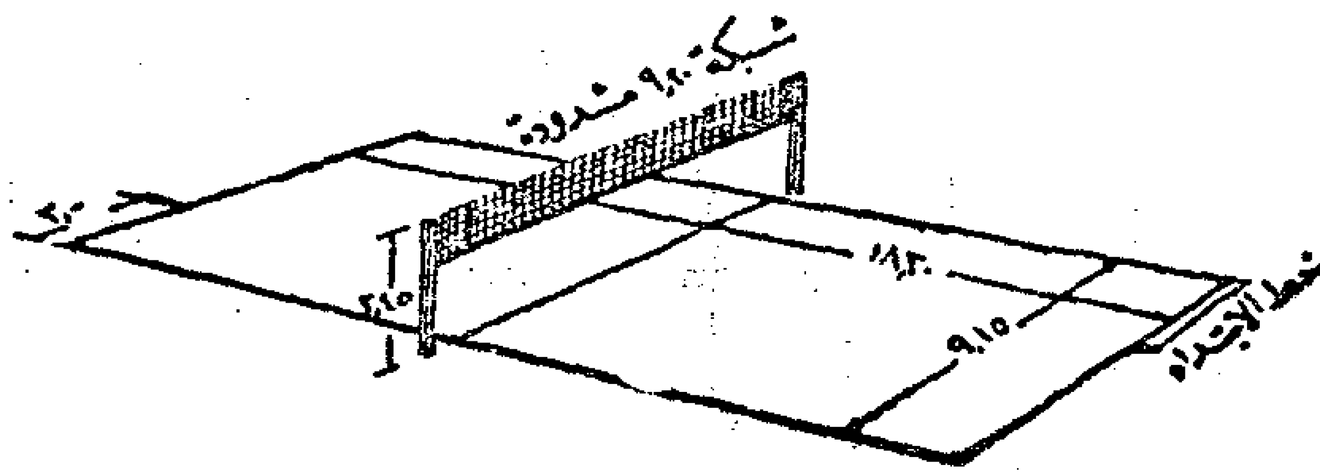
تختلف طرق وصول الجمهور الى المدرجات فى الملاعب الكبيرة طبقا لتطور النظريات المختلفة المطبقة فى مـلء الملعـب وتفريغه . ويقـوم المهندسون بتصميم المداخل والســلالم المؤدية للمدرجات بما يتناسب وتخطيط الملعب ويمكن اجمال الحلول المعمول بها حاليا فى عدد كبير من الملاعب فى الآتى :

(أ) الدخـول الى أرض الملعــب من تحت المدرجات ثم الصـعود الى المقاعد . ومن مزايا هذه الطريقة ، تقصير طول السلالم المؤدية الى المـدرجات . ولكن يعيبها ازدحـام الجمهــور بالمدرجات السفلى ، وصعوبة توزيعه تبعا لذلك . وقد ينتج عن هذا الازدحام تعطيل المرور بالنسبة للذين يحضرون متأخرين ، ويضطرهم الأمر الى الصعود الى المدرجات العليا . كما أن الجمهور فى حالة الانصراف سيغادر أماكنه بسرعة الأمر الذى سيؤدى الى تجمعه عند المنافذ الســفلى ولا يمكن لهذه المنافذ تصريف الجمهور بسرعة .

الكرة الطائرة (فولى بول) :

ابعاد الملعب ١٨٫٣٠ × ٩٫١٥ متر .

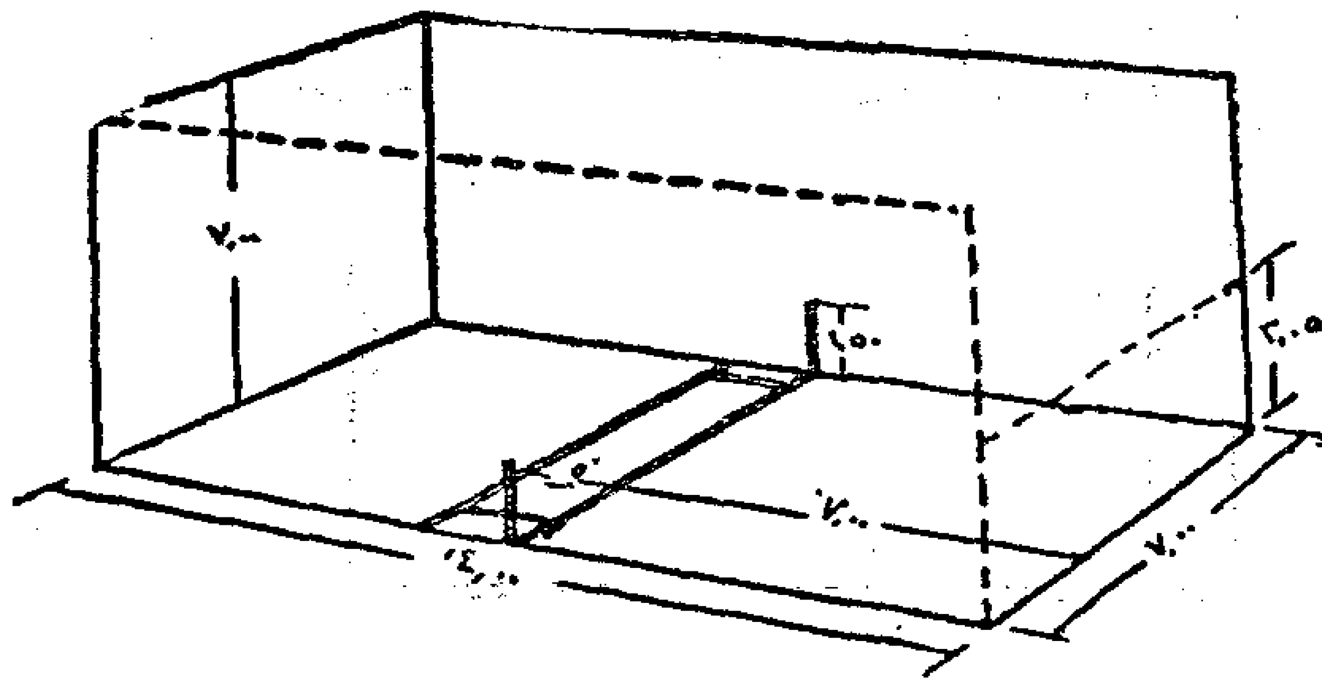
ارتفاع قمة الشبكة من الأرض ٢٫٤٥ متر .



كرة اليد (بين أربعة حوائط) :

ابعاد الملعب ١٤٫٠٠ × ٧٫٠٠ متر .

ارتفاع ٧٫٠٠ متر .

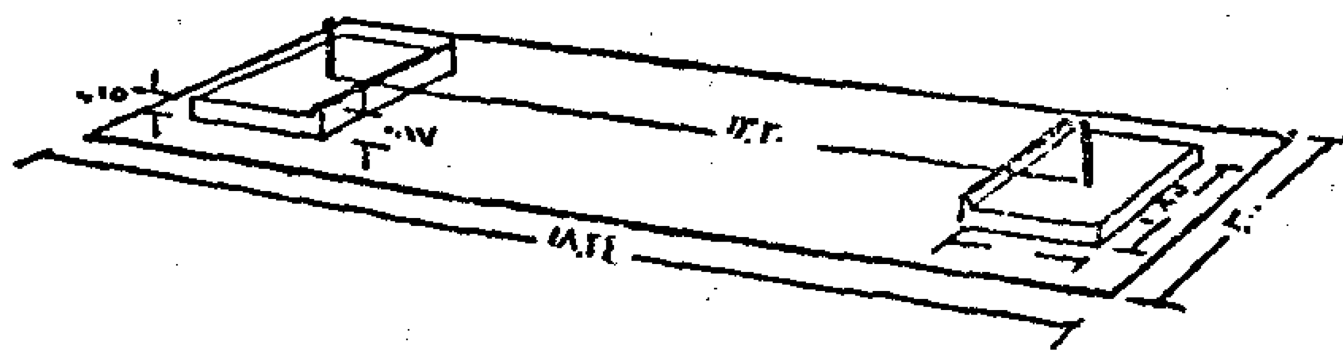


قذف الجـدوة :

ابعاد الملعب ١٨٫٢٤ × ٣٫٠٠ متر

المسافة بين القوائم ١٢٫٢٠ متر .

ابعاد المنصة ١٫٨٥ × ١٫٨٥ × ٠٫١٥ متر .



حلقة الملاكمـة :

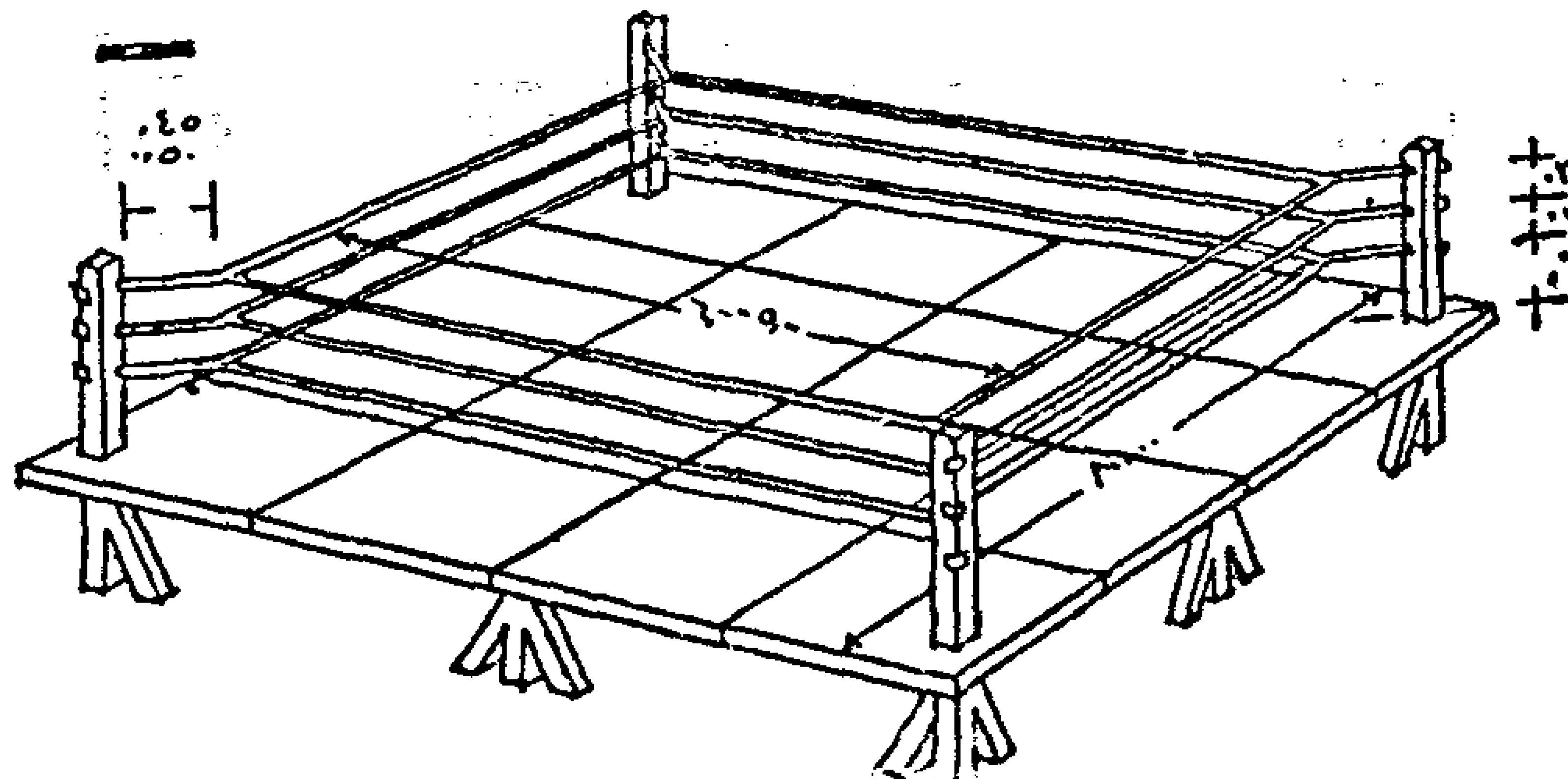
ابعاد الارضية ٨٫٠٠ × ٨٫٠٠ متر

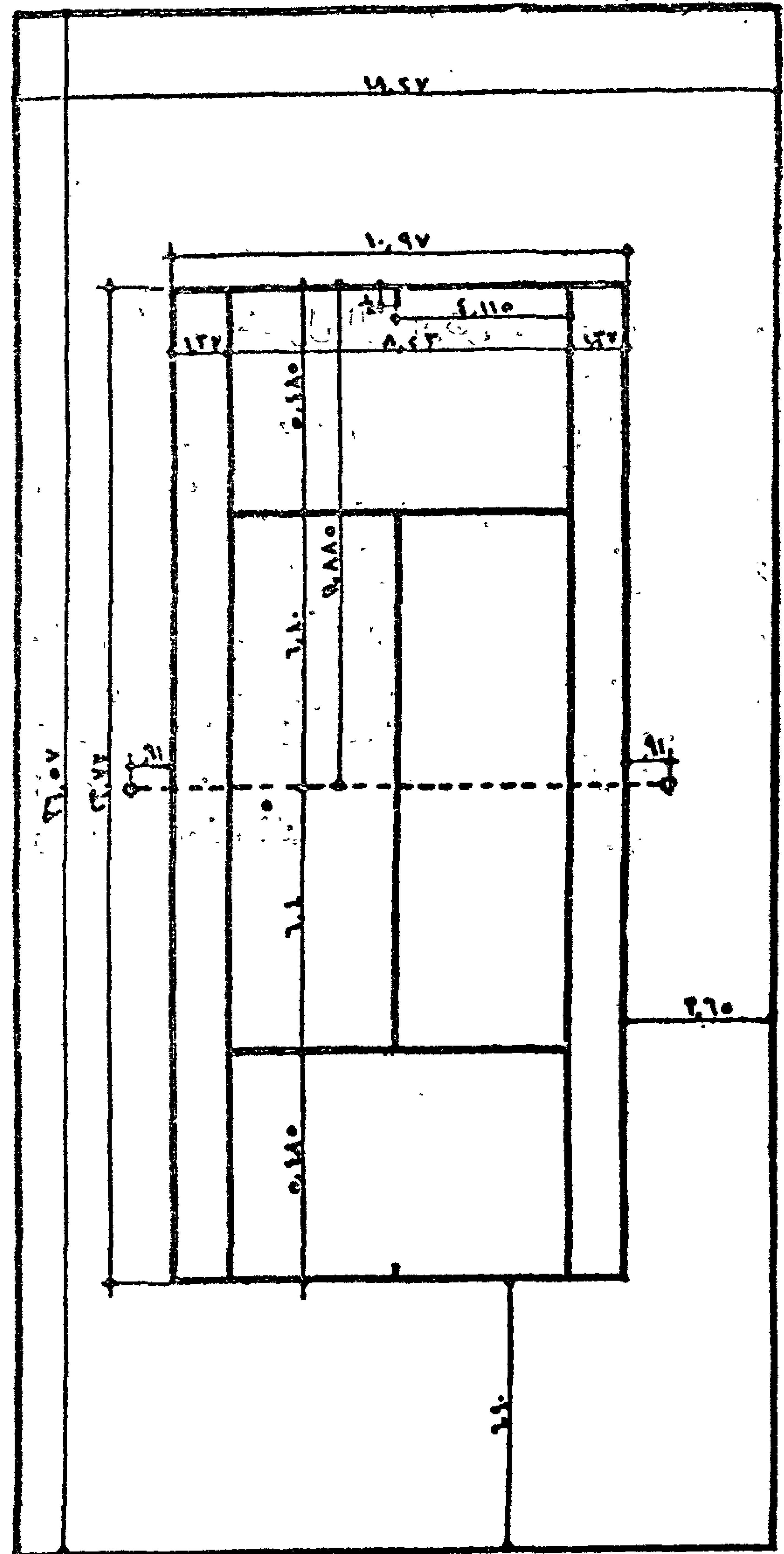
ابعاد الحلقـة ٥٫٥٠ × ٥٫٥٠ «

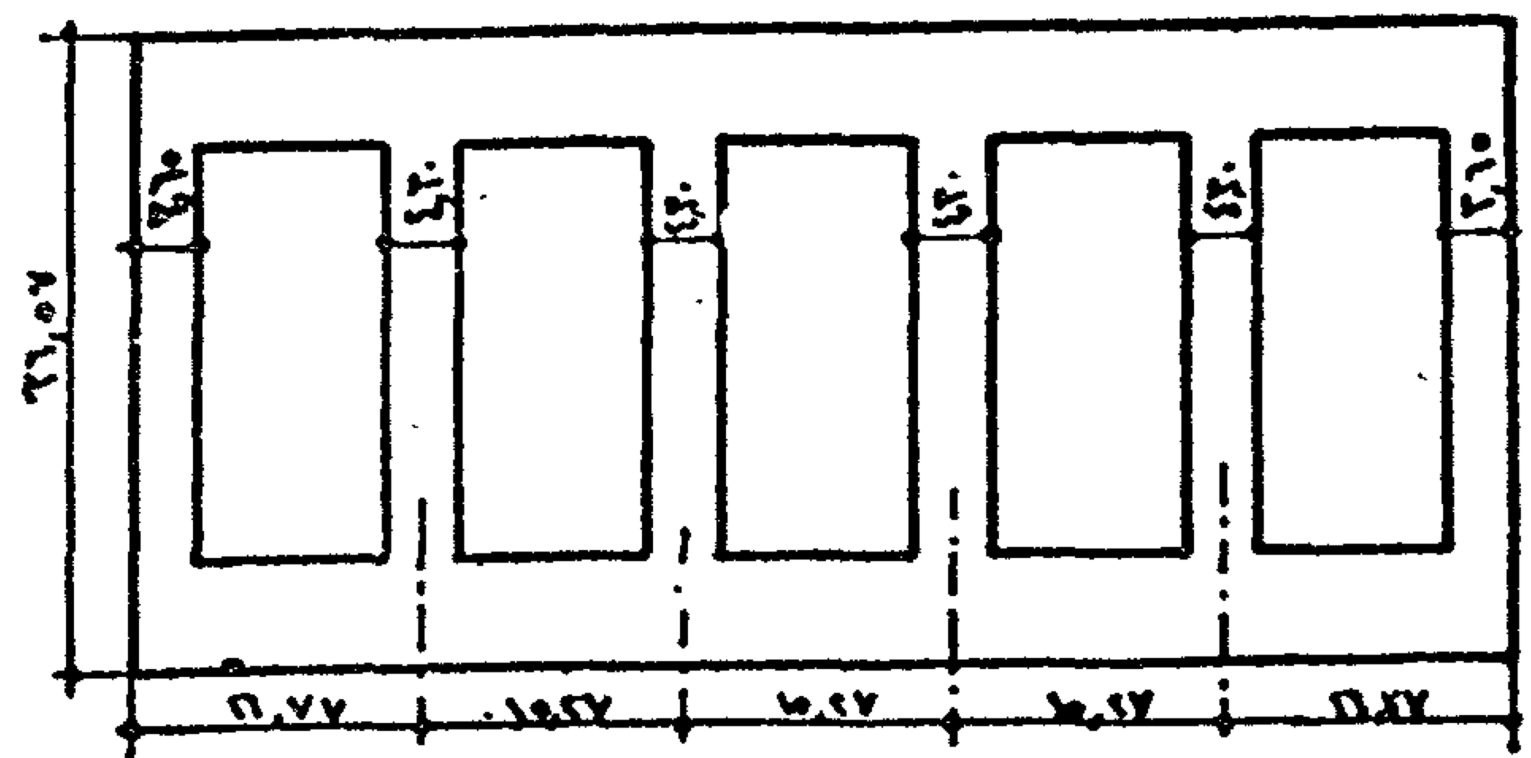
ارتفاع الســـور ١٫٢٠ «

ارتفاع الأرضية الخشبية عن الأرض (١٫٠٠ – ١٫٥٠) متر

الحبل قطر ٢ سم ومبطن بالقماش







ملاعب كرة التنس

ابعاد أرض الملعب

للملعب الواحد الحد الادنى (للاتحاد الدولى) ٣٦٫٥٧×١٨٫٢٨ متر

ملعبين متجاورين ٣٦٫٥٧×٣٣٫٤٥ متر
اكثر من ملعبين ١٥٫٢٧ لكل ملعب اضافى

ابعاد الملعب

تنس مزدوج	١٠٫٩٧×٢٣٫٧٧ متر	
« منفرد	٨٫٢٣ ×٢٣٫٧٧ متر	
	الحد الأدنى	للمسابقات
عرض الممر الجانبى	٣٫٦٥	٤٫٠٠ متر
الممرات المتوسطة	٤٫٣٠	
الممر الخلفى	٦٫٤٠	٨٫٠٠ متر
ارتفاع الشبكة وسط الملعب		٠٫٩١ متر
عند القوائم		١٫٠٦ متر

يراعى فى اختيار الموقع جفاف الأرض — وتصفية مياهها اذا كانت رطبة ، أو المياه الأرضية التى قد تصل اليها بواسطة مجارى أرضية .

يجب أن يكون سطح الملعب مستويا تماما اذا كان رمليا ، أو مائلا نحو الجانبين اذا كان صلبا بحيث لا يتعدى الانحدار ١ — ٢٪ .

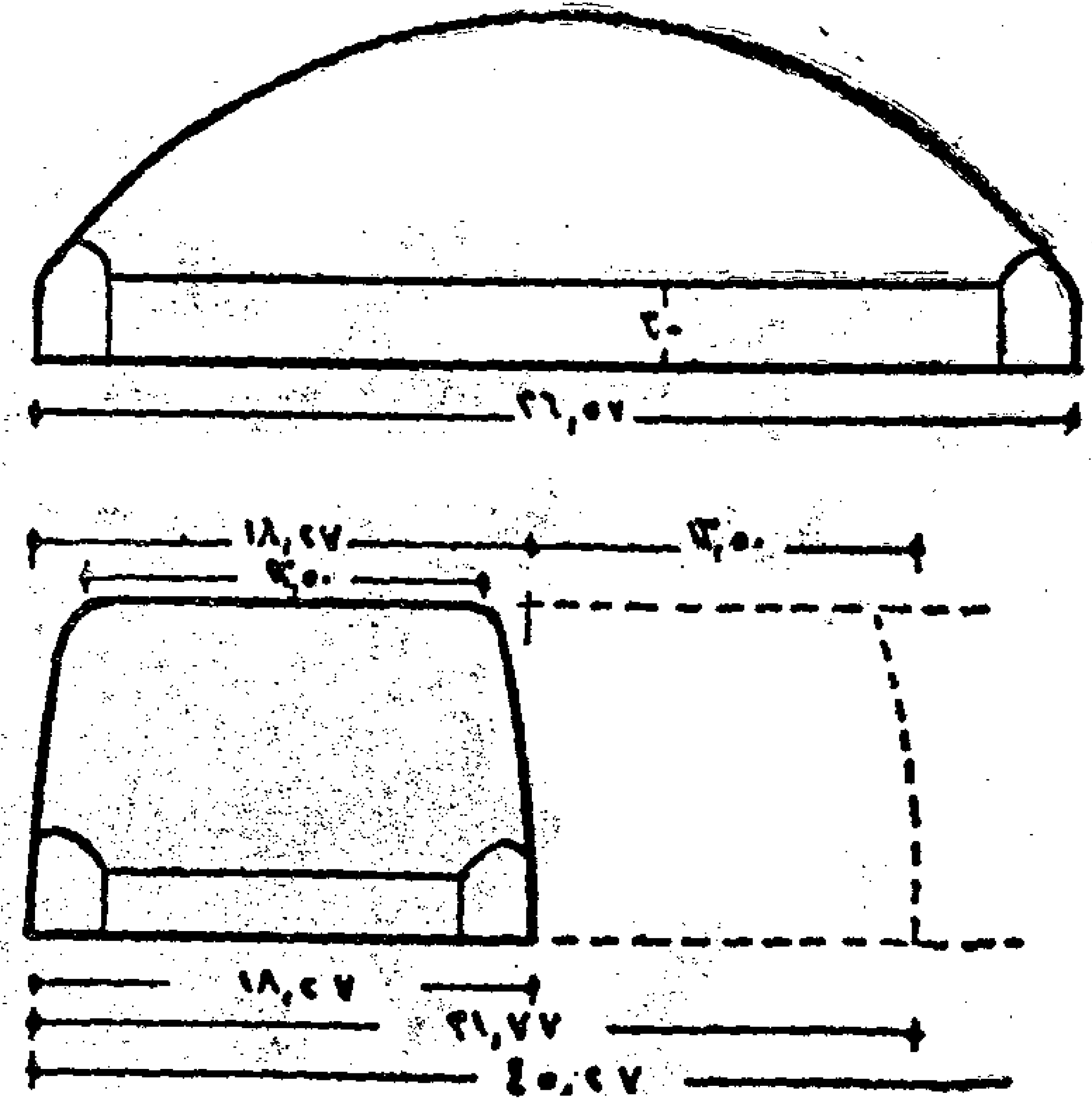
تسوير الملعب بشبك معدنى ٢٫٥٠ سم واتساع عيونه ٤ سم ولا يقل ارتفاعه عن أربعة امتار على الجانبين و ٥ — ٦ فى الجبهتين .

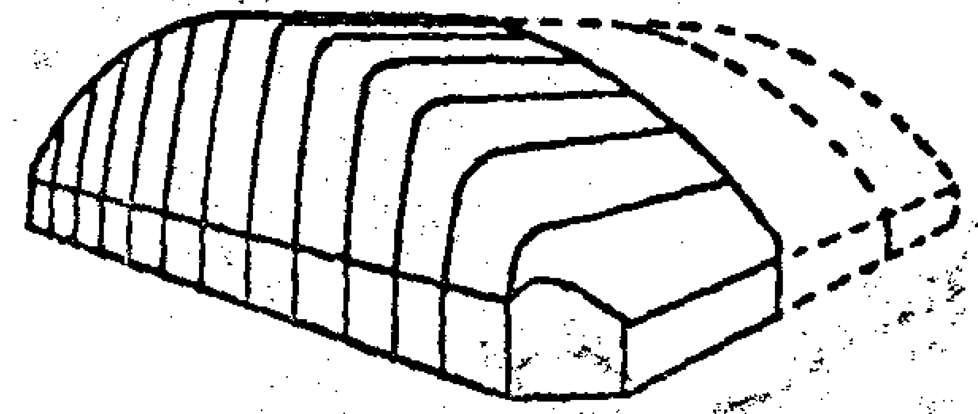
يمكن عمل سور الملعب من الخشب البغدادى الذى يدهن بلون ازرق او اخضر حتى لا يضايق النظر .

ويوقع الملعب فى الأرض بحيث يتجه محوره الطولى من الشمال الى الجنوب ، أو مائلا عليه قليلا بحيث لا تزيد درجة الميل عن ٢٠° فى كلتا الناحيتين .

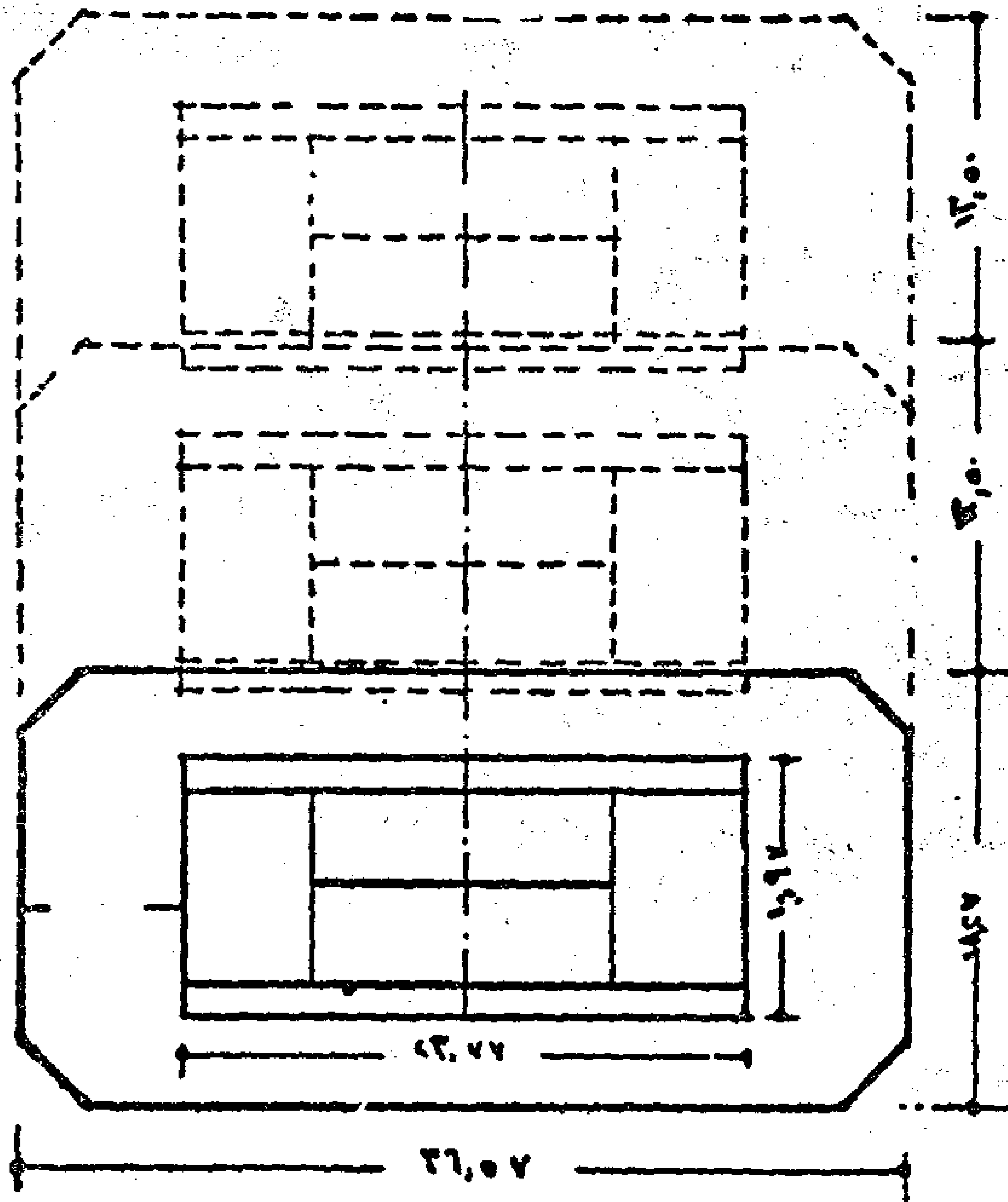
فى النوادى الكبيرة ، والتى يزيد عدد الملاعب فيها عن أربعة يستحسن عمل مدخلين على جانبى الطرقة القبلية ، أو مدخل واحد فى وسطها ، وفى هذه الحالة ، يجب الا يقل عرضها عن تسعة أمتار .

حجرات الغسيل والملابس والبوفيه ، توضع كلها على نفس الجانب ، ويستعمل سقفها كبلكون لجلوس المتفرجين .





الملاعب المقفلة :



الملاعب المقفلة

النوادى المقفلة ، أو الفنادق التى فى وسط المدن أو المناطق الكثيرة الملعب كالابعاد السابقة.

الصالة للملعب الواحد ٣٦ر٥٧ × ١٨ر٢٧ + ١٣ر٥٠

لكل ملعب اضافى

ارتفاع الملعب فى وسط الصالة ، الحد الادنى ١٢ر٠٠ مترا الجبهتين ٢ر٥٠ مترا

الأرضـيات من اللينوليوم المضغوط ، أو الاسفلت ، أو الخرسانة الملساء .

الاضاءة الطبيعية

توزع الفتحـات الزجاجية بحيث تضـاء الصـالة من جانبها أو من السقف ، ويفضـل استعمال الطوب الزجاجى الغير قابل للكسر ، أو الزجاج المسـلح أو تغطية فتحات الاضـاءة بشبك معدنى اذا كانت من الزجاج البللورى .

فى حالات الاضاءة الجانبية ، تكون جلسات النوافذ على ارتفاع لا يقل عن ٣ أمتار من سطح أرض الملعب .

الملاعب (الاضاءة الصناعية)

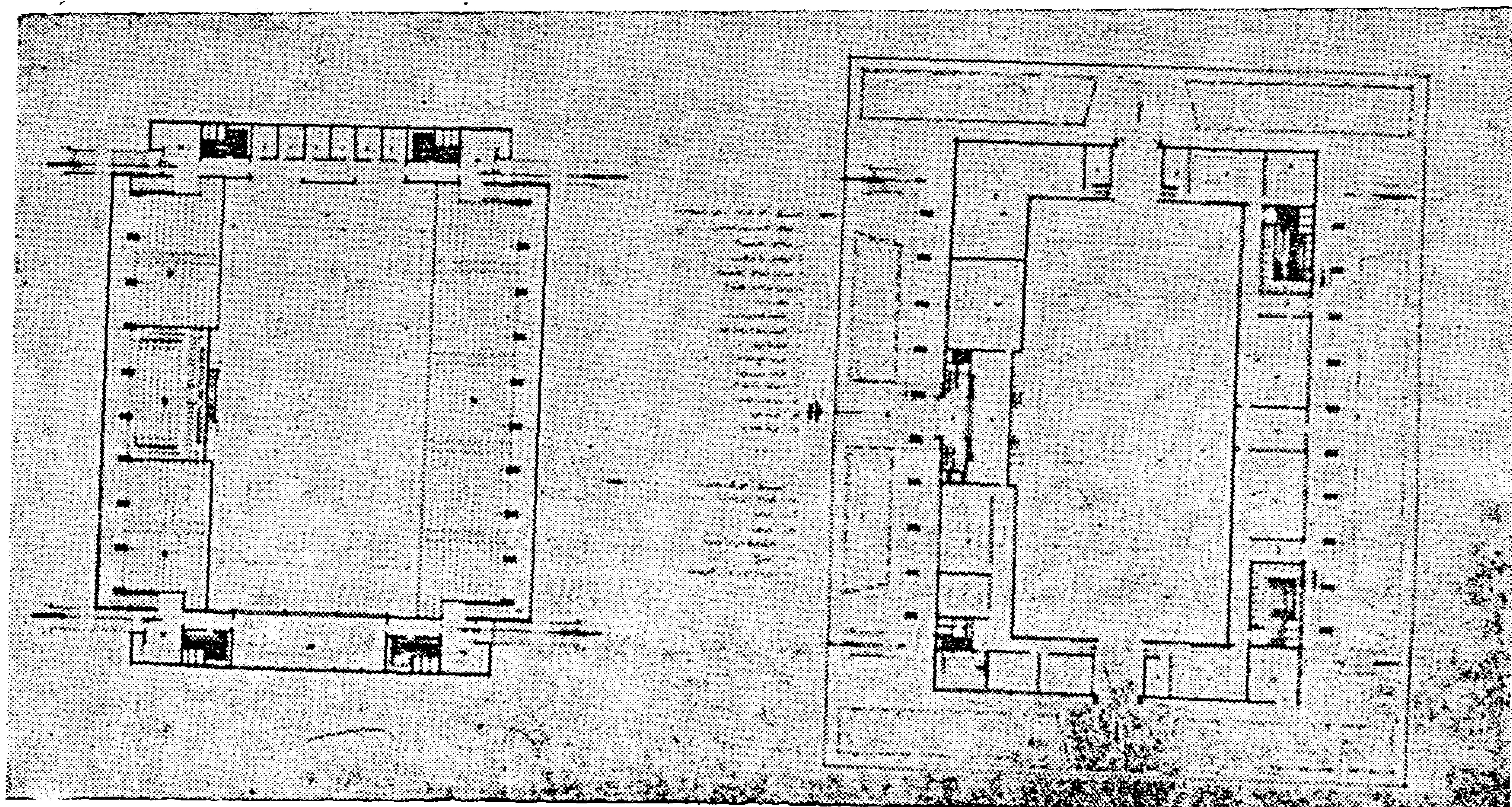
عدة طرق مختلفة ، وتختلف قوة الاضاءة اللازمة للملعب الواحد من ١٠ر٠٠٠ الى ١٢ر٠٠٠ وات فى الملاعب المكشوفة و (٦ر٠٠٠ الى ٩ر٠٠٠ للملاعب المقفلة) موزعة على عدة عاكسات ترص بطرق مختلفة ، تبعا لشـكلها ونوعها . وفيما يلى عدة امثلة لأنواع من العاكسات مبينا طرق توزيع كل منها عمل العاكسات على أعمدة لا يقل ارتفاعها عن ٧ر٥ امتار ، أو تعلق فى أسـلاك مشدودة على جانبى الملعب .

تعليق العاكسات فى وسط الملعب فى الصالات المقفلة ، وفى هذه الحالات لا يقل ارتفاعها عن ١٢ مترا ويغطى سطحها الأسفل بشبكة معدنية

ـ أعلا : منظور عام لصالة الالعاب

ـ أسفل : المساقط الافقية للصالة

صالة الالعاب المقفلة
كلية الشرطة / العباسية
تصميم : المكتب العربى

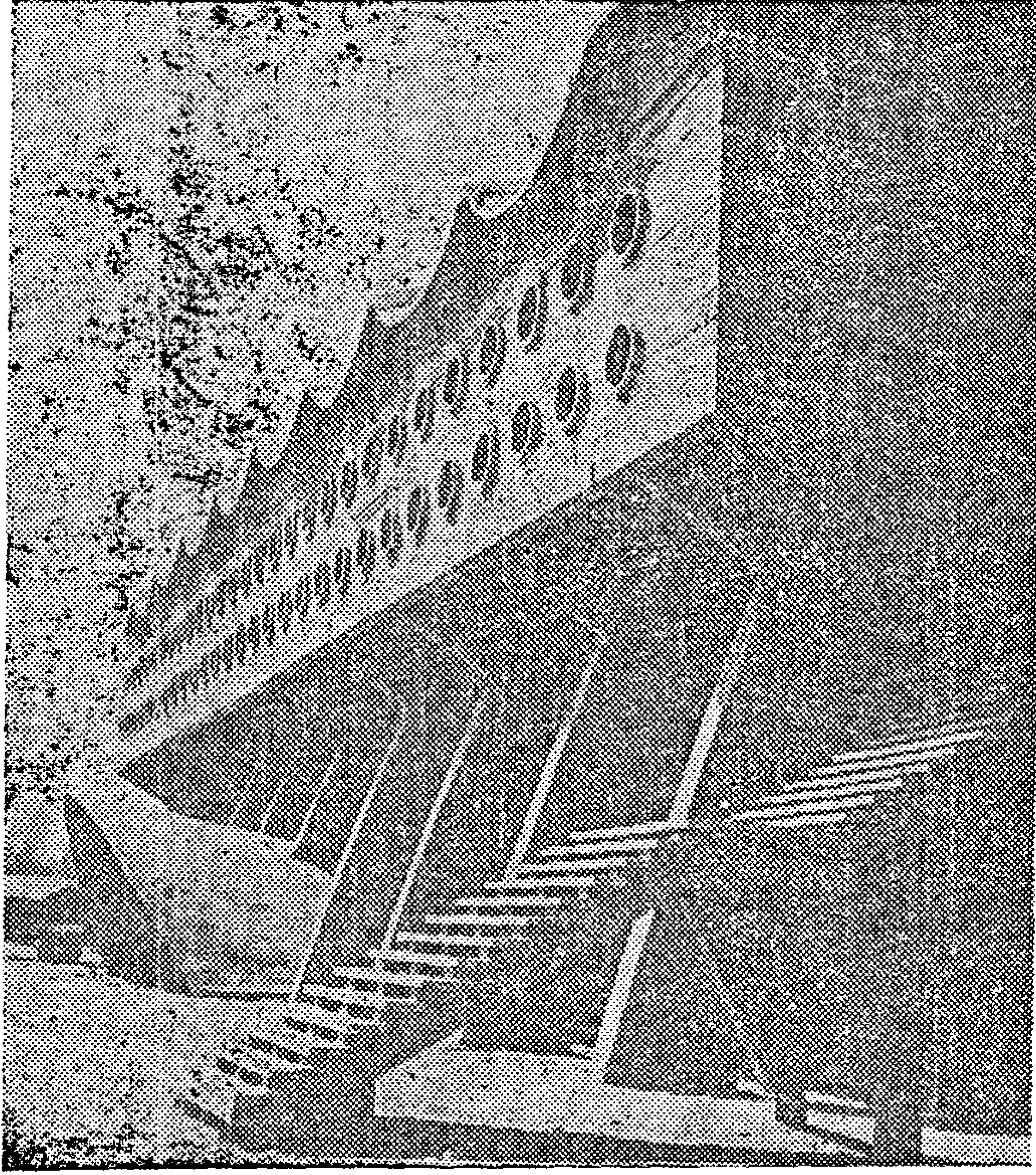


صـــالة الألعاب المقفلــة

كلية الشرطة ــ مدينة نصر ــ القاهرة

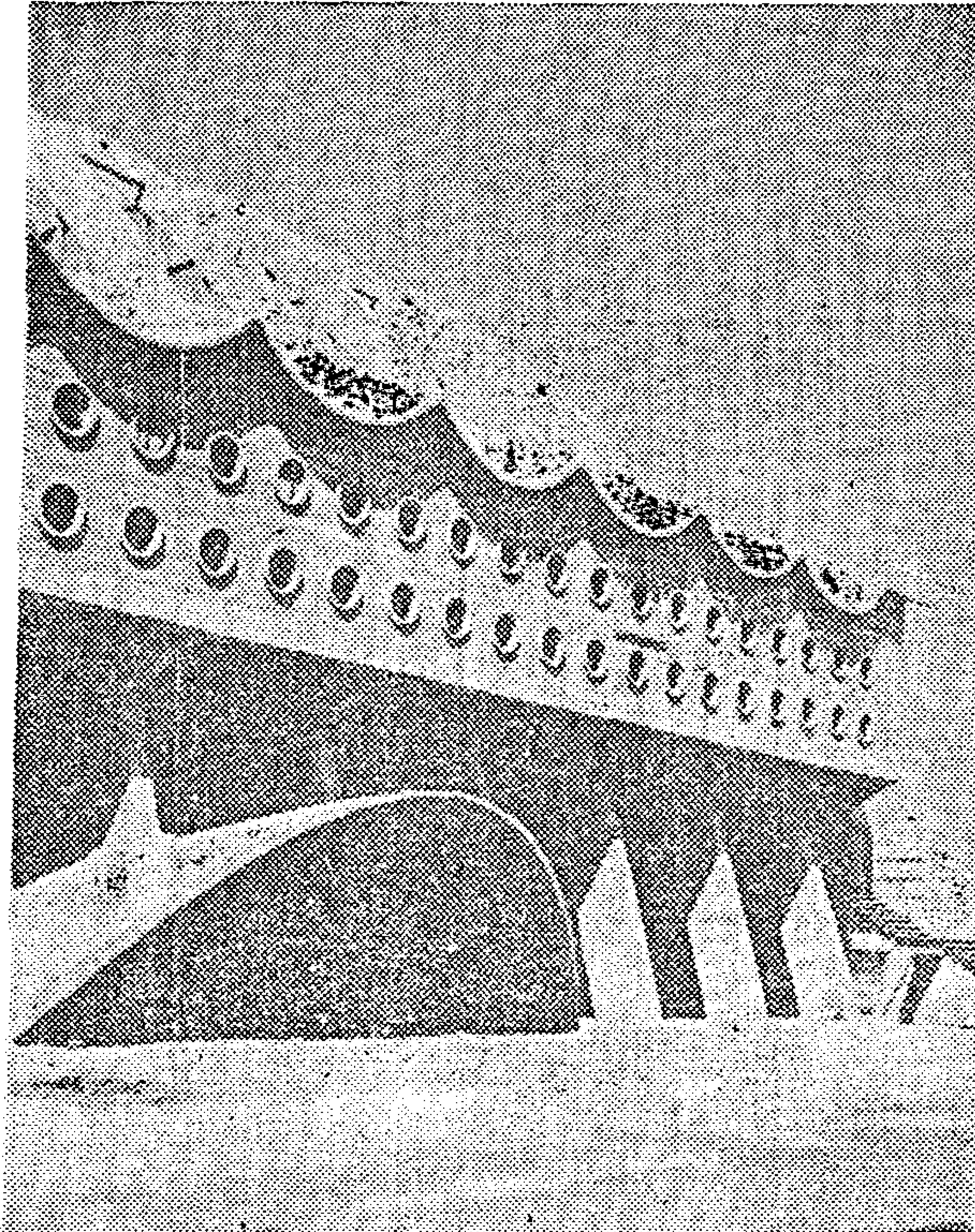
اقيمت هذه الصالة على أرض ملاعب كلية الشرطة للانتفاع بها فى الأغـراض الرياضـــية للتدريب والمباريات والاستعراضات العسكرية كما يمكن اســـتخدامها للمباريات الرســـمية والمحلية والدولية وتعتبر اكبر صـــالة للالعاب الداخلية بالجمهورية حيث نفذ ملعبهـــا بمقاس ٢٦ × ٥٠ متر ليتسع الملعب كرة اليـــد وبالتالى لملاعب الكرة الطائرة وكرة الســـلة علاوة على مختلف الألعاب الرياضية الأخرى وعلى جانبى الملعب بطـوالة مدرجات بمقاعد لثـــلاثة آلاف متفرج بينما خصص الجانبان الآخران للاذاعة والصحافة وباقى الخدمات واستغلت المسطحات أسفل المدرجات لمخازن للاجهـــزة الرياضـــية ودورات المياه والحمامات وغرف خلع الملابس ومكاتب الحكام والمدربين .

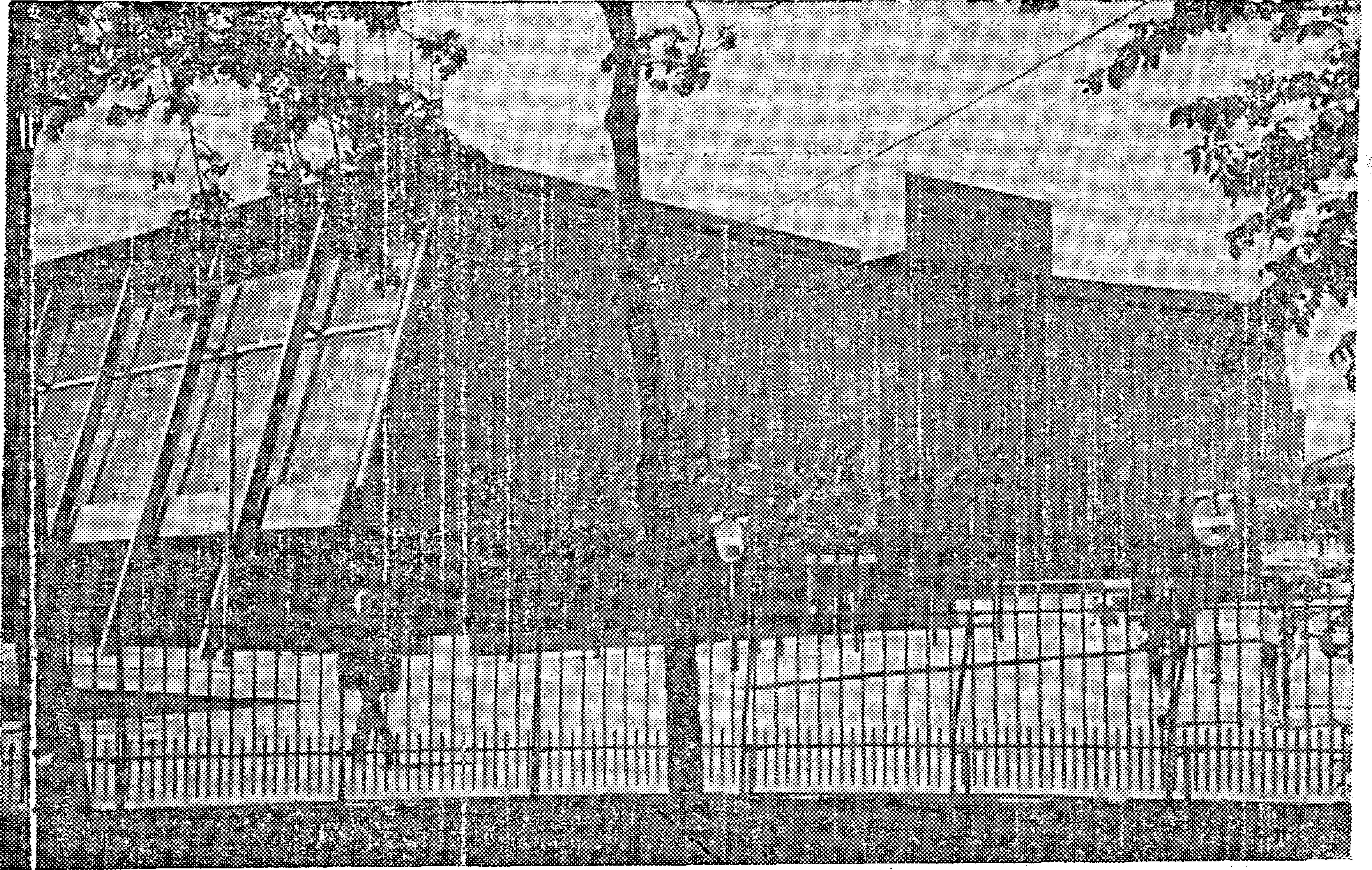
ويبلغ عرض الصالة عند أعلى المدرجات ٥٣ مترا وهى مغطاة بسقف مموج منحنى للمدرجات على الجانبين ومعلق بعشرة عقود طائرة ارتفاعها ٢٨ مترا وتحمل العقود ايضـــا السقف الأفقى للملعب وارتفاعه ١٣ مترا من الأرضية بواســـطة شدادات خرسانية راسية ويبلغ بحر العقد عند منســـوب الأرض ٥٢ مترا وتتصـــل نهايتـــه بقـــاعدتين خرســـانيتين بمفصـــله حتى تنقل القوة المحورية داخل العقد الى القاعدتين اللتين يصل بينهما شداد من الخرسانة سابق الاجهاد به كابلان يحتوى كل منهما على ١٢ سيخ من الصـــلب قطر ٧ مم ويتم شـــد الكابلات من قاعدة العقد فى وقت واحـــد بواسطة ماكينة الجاك تحت ضغط ٣٨٠ كجم/سم٢ .



أعلا ــ الواجهة الشرقية لصالة الالعاب بكلية الشرطة

يسار ــ الواجهة الغربية لصالد الالعاب بكلية الشرطة





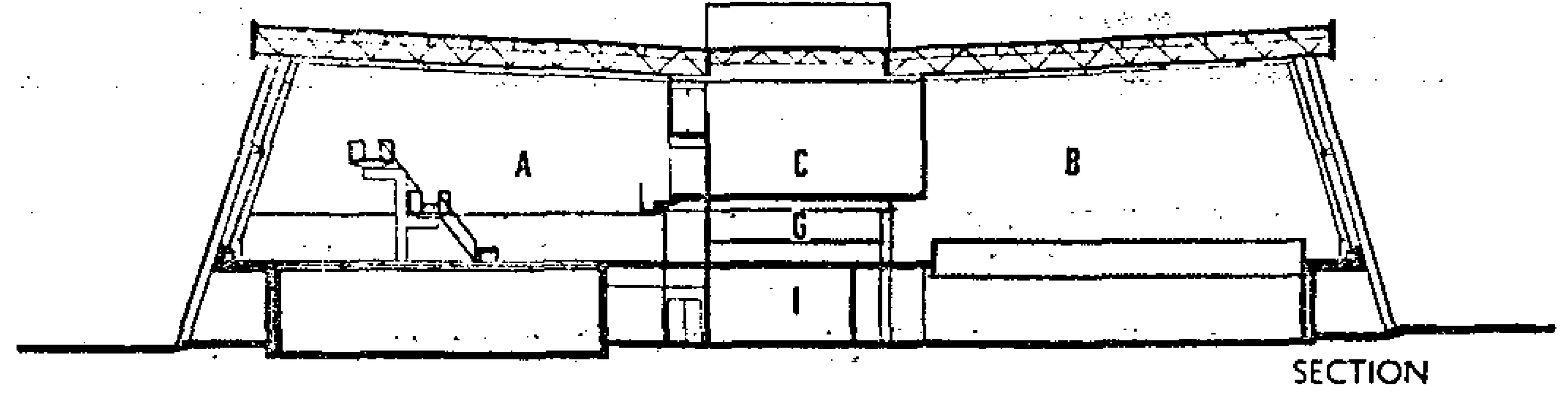
(ب) تستعمل سلالم خارجية للوصول الى القسم الأوسط من المدرجات حتى يسهل توزيع الناظرة ثم التوزيع على المدرجات أما بالصعود الى المدرجات العليا وأما بالنزول الى المدرجات السفلى كما هو الحال فى ستاد (بيونس ايرس) فى الأرجنتين . ومزايا هذه الطريقة سهولة توزيع الجمهور على المدرجات . وعيوبها تجمع الجمهور عند المنافذ ، وبذلك تصبح عملية تفريغ الملعب بطيئة .

(جـ) الصعود الى قمة المبنى ثم النزول الى مقاعد المدرجات كملعب فلورنسا وهذه الطريقة قد استخدمت فى ملعب وارسو وليبزج واستاد القاهرة . وعيوب هذه الطريقة ، طول مسافة سير الجمهور للوصول الى الأماكن المخصصة بالمدرجات . ومزايا سهولة تنظيم المرور والمحافظة على النظام مع سرعة الوصول الى المدرجات ، وتمتاز عن غيرها بسرعة تفريغ الملعب فى جميع الأحوال .

وقد يكون من الملائم فى بعض الملاعب ادماج أحد الحلول السابقة مع بعضها .

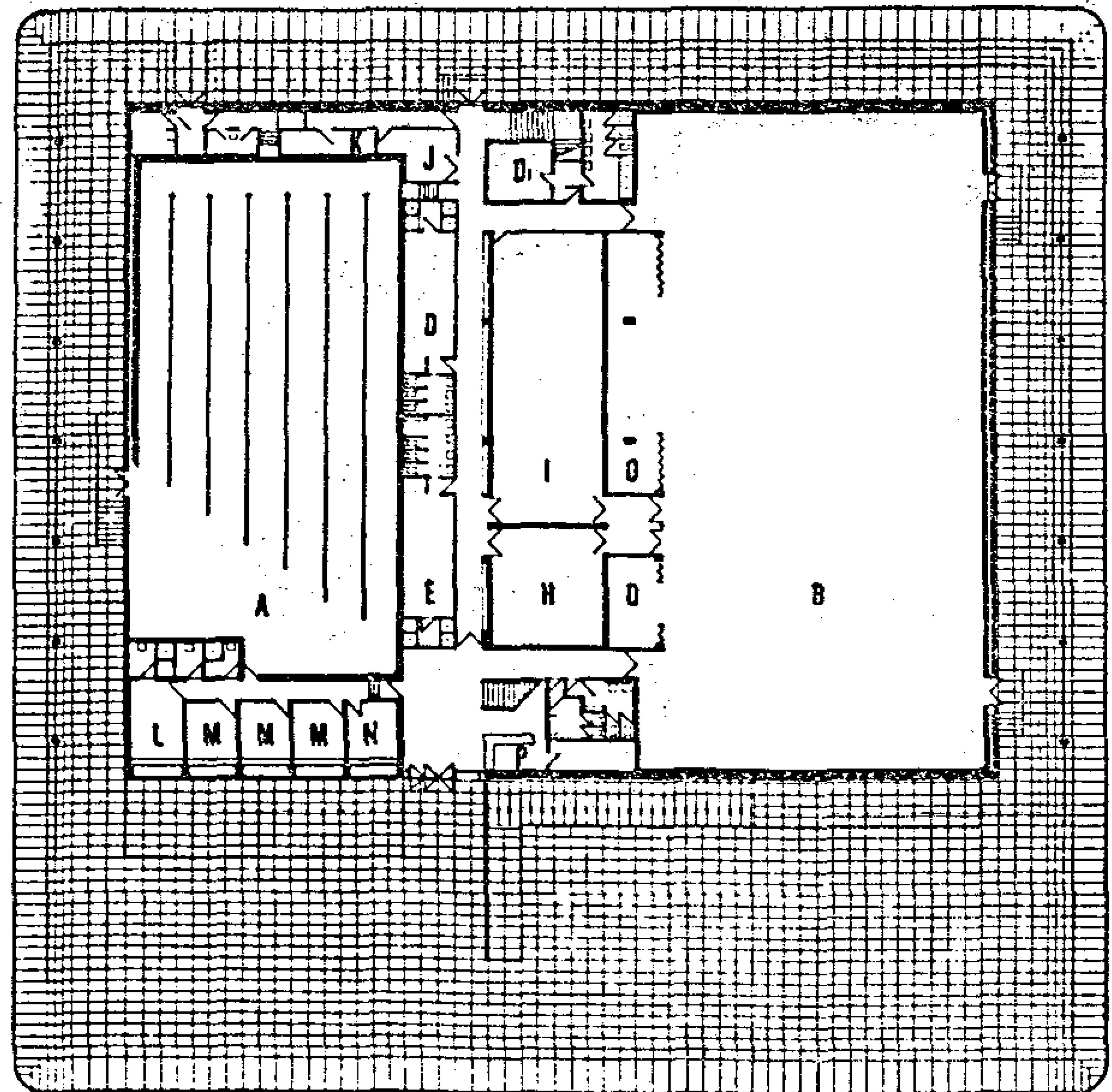
علاقة عروض السلالم وأزمنة التفرغ للجمهور :

عروض السلالم المؤدية والممرات ، يجب أن تحسب طبقا لعدد المتفرجين ساعة مغادرتهم الاستاد وليس ساعة وصولهم ، على اساس أن وصولهم الاستاد يكون تدريجى وعلى مراحل



KEY

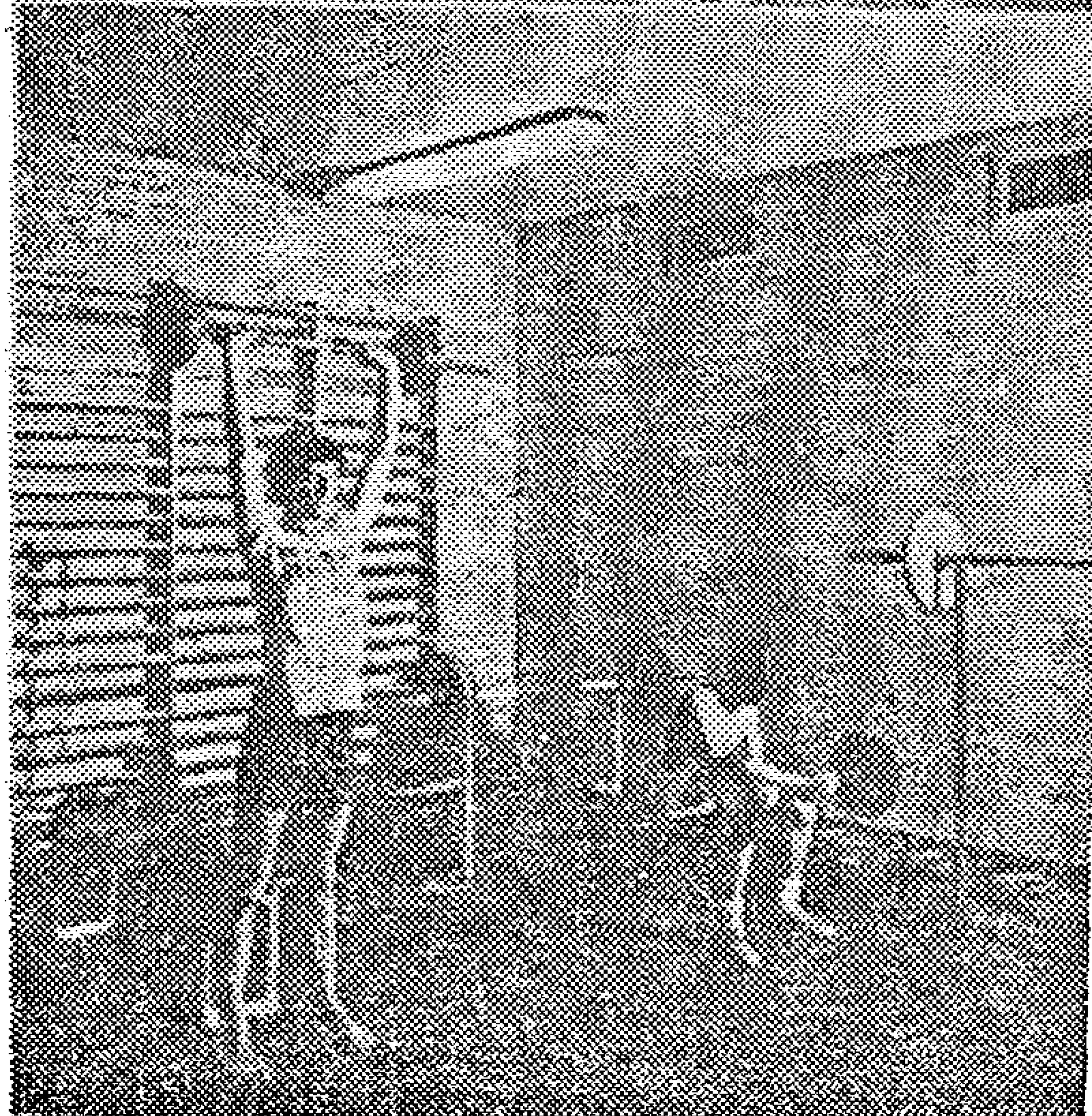
A Swimming Pool	E Changing Room	L Director
B Sports Hall	F Dojo	M Office
C Squash Court	G Buffet	N Secretary
D Changing Room	H Training Room	O Store
D1 Women's Changing Room	I Studio	P Porter
	J Laundry	Q Instructor
	K Drying Room	R Gallery

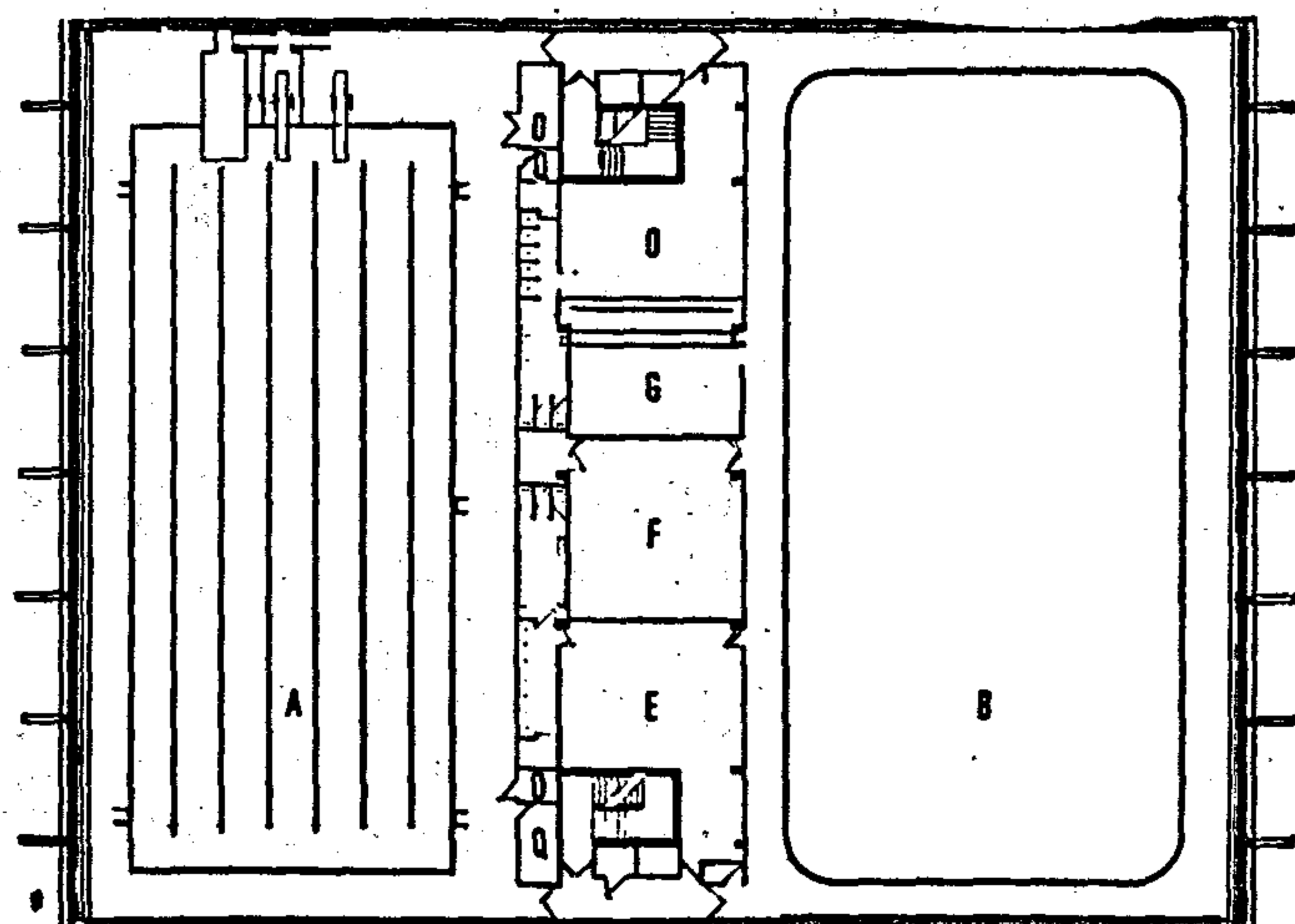


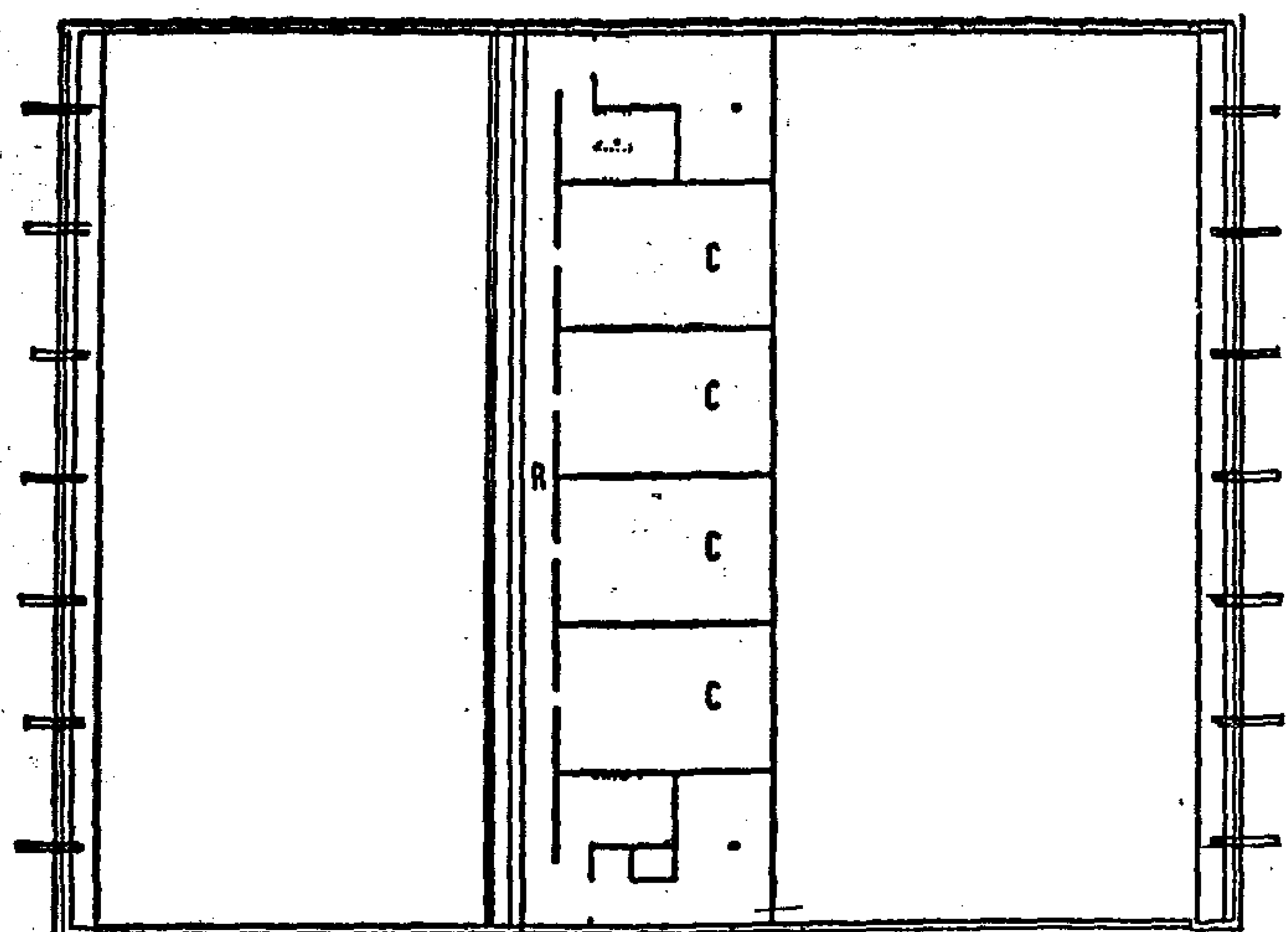
صالة الألعاب المقفلة جامعة ليفربول/ المملكة المتحدة

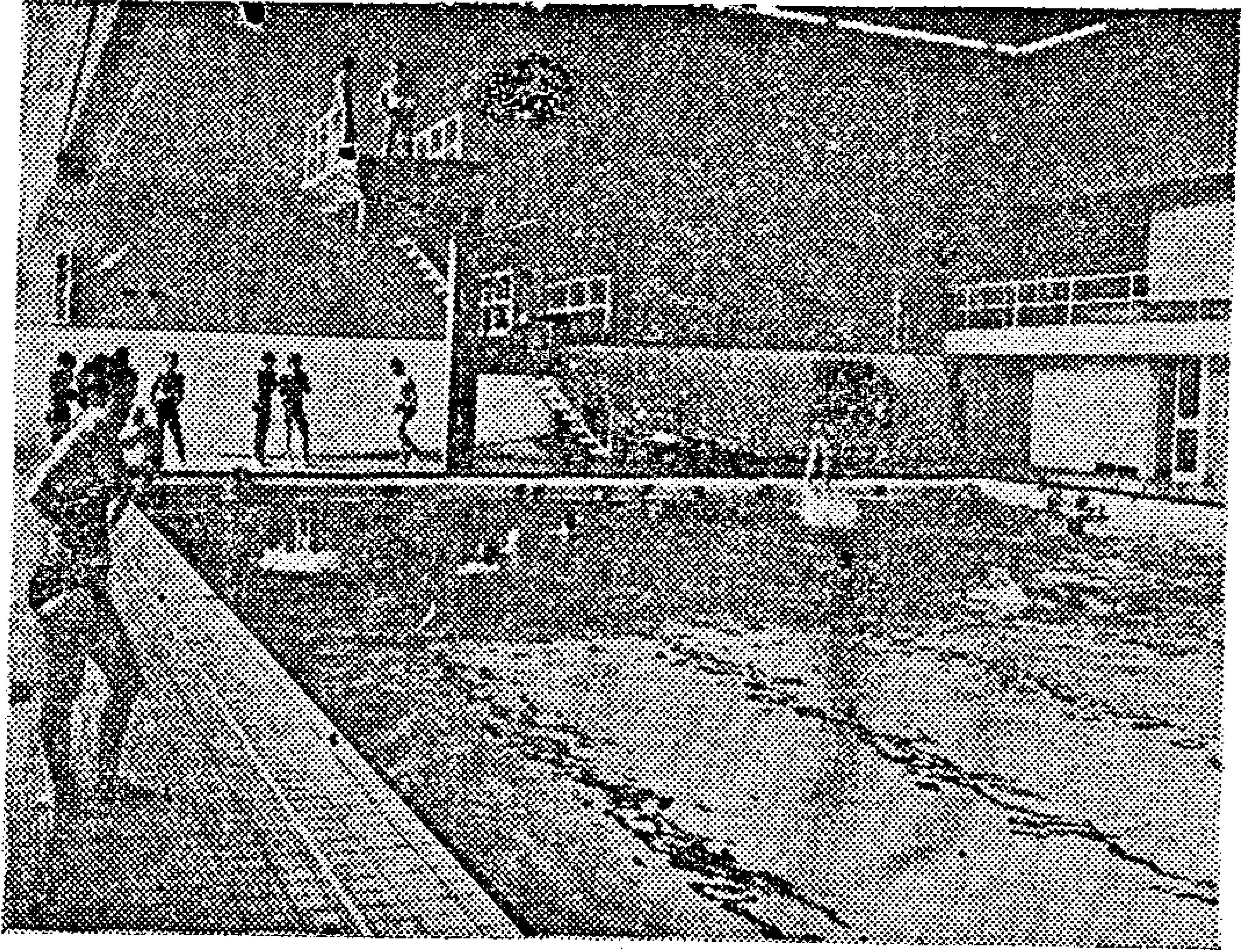
اسفل يمين ـ المسقط الافقى للدور الارضى قطاع رأسى فى الصالة

أعلا يسار ـ صالة العاب التنس وصالة ألعاب القوى









حوض السباحة

وطبقا للدراسات التى أجريت على ستاد (امستردام) بهولندا ، وجد أن الزمن اللازم لمغادرة عدد ٥٠٠٠ مشاهد هو ٤٢٠ ثانية اى ٧ دقائق وذلك لتفريغهم عن طريق سلالم ذات عروض ٩٫٥م . وبالمقارنة نجد أن ستاد (لوس انجلوس) بالولايات المتحدة الأمريكية يحتاج الى زمن قدره ١٢ دقيقة . وفى ستاد (تورينو) بايطاليا يحتاج الى زمن قدره ٩ دقائق.

وبافتراض أن المتفرج الواحد يحتاج الى ـ ر١م من العرض الكلى للسلم . فبعملية حسابية بسيطة يمكن استنتاج الزمن بالثوانى الذى يستغرقه الشخص الواحد لمغادرة الاستاد:

$$\frac{\text{٩٫٥} \times \text{٤٢٠ ث}}{\text{٥٠٠٠}} = \text{٠٫٨ث} = \text{١ث تقريبا}$$

وعليه فأن ٥٠٠٠ (عدد المتفرجين) = ٤٢٠ × ٩٫٥ م ١٫٢٥ مشاهد يشغلون عرضا = ـ ر١م عند نزولهم السلالم . ومن هذا نستنتج القانون الآتى الذى يمكن بواسطة حساب عروض السلالم بالمتر :

$$\text{العرض بالمتر} = \frac{\text{عدد المتفرجين}}{\text{زمن مغادرتهم بالثوانى} \times \text{١٫٢٥}}$$

ويلاحظ أن زمن المغادرة يختلف من ستاد الى آخر كما أشرنا سابقا فهو يتدرج من ٧ الى ٩ الى ١٢ دقيقة . كما نستنتج من هذا القانون أن هناك تناسبا عكسيا بين عروض السلالم والزمن اللازم لتفريغ الاستاد من المتفرجين ، بمعنى أن عدد دقائق اكبر فى التفريغ يعطى عروضا أقل للسلالم ، وعدد دقائق أقل فى التفريغ يعطى عروضا أكبر للسلالم .

ألعاب كرة السلة

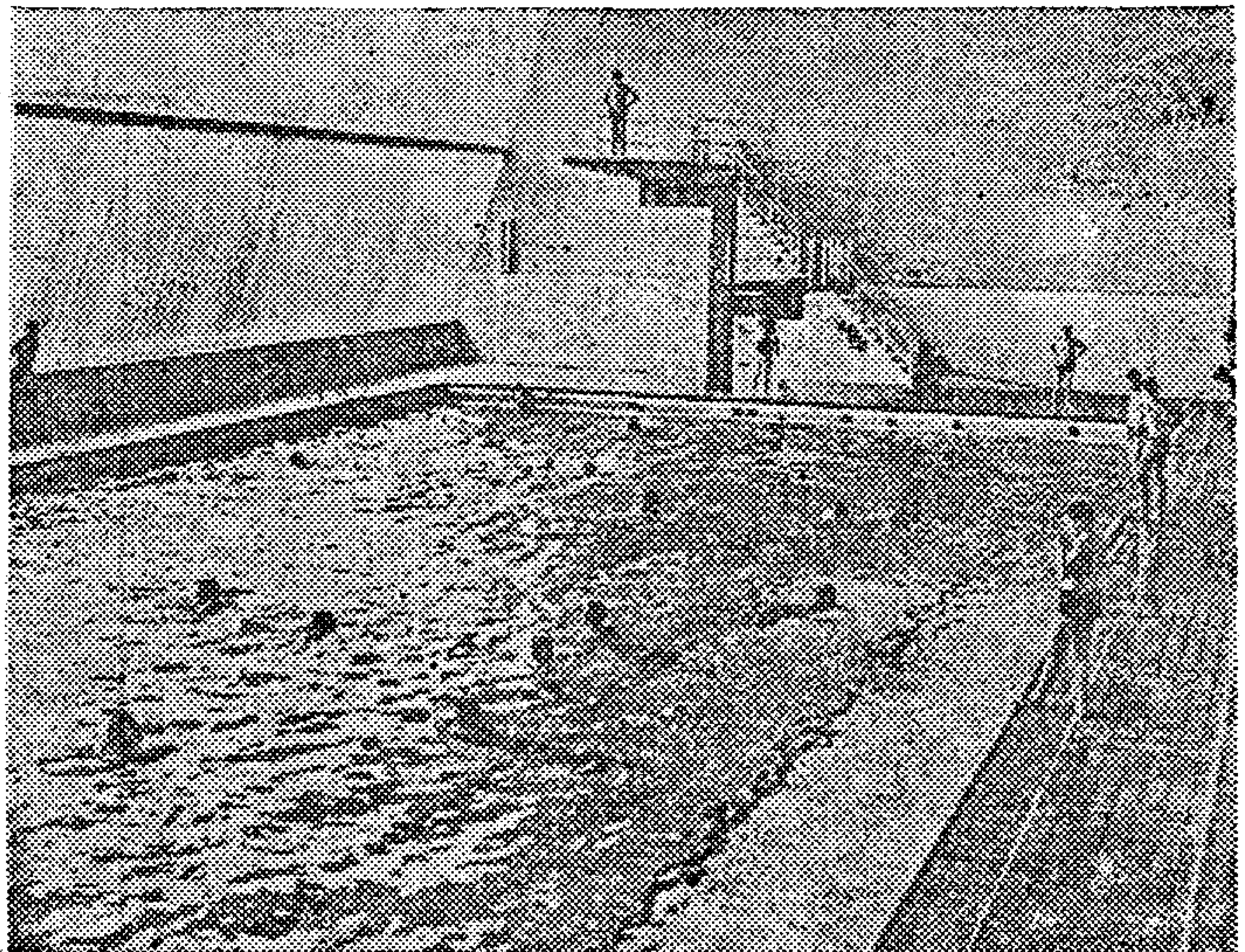
مكونات الاستاد الرئيسى لكرة القدم

١ ـ مضمار الجرى بطول ـ ر٤٠٠م حول الملعب:

- يتكون المضمار من عدد ٧ حارات مفردة ر٤٠٠م بعرض كلى = ٨٫٨٢م .
- عرض الحارة الداخلية = ١٫٢٢م
- عرض الحارة الخارجية = ١٫٥٠م .
- العرض الكلى للمضمار = ١٫٢٢ × ٦ + ١٥٠ = ٨٫٨٢م .

ـ طول المضمار = ـ ر٤٠٠م مقاسا من على بعد ٣٠ سم من الحافة الداخلية للبردورة الخرسانية للمضمار التى تبدأ بعدها الحارة رقم (١) .

ـ يعمل ميول بطول أرضية المضمار الى الجوانب الداخلية بمقدار ١/١٠٠ وذلك فى اتجاه الجرى (الميل يكون فى اتجاه البردورة الخرسانية) .



حمام السباحة

ـ بالنسبة للبرودة الخرسانية المحيطة فهى عبارة عن بلوكات خرسانية بطول ـ ر١ م تصب الى جوار بعضها البعض وذلك فى الخطوط المستقيمة . أما فى الخطوط الدائرية ، فتكون وحدات منحنية بطول ٥٠ر٠ م وبارتفاع ٢٥ر٠ م ومدفونة بعمق ٢٠ر٠ م .

ـ يفضل استخدام مادة « التارتان » فى ارضية المضمار .

٢ ـ مسارات الوثب :

(أ) الوثب بالزانة :

ـ طولة مسافة الجرى = ٦٠ر٤٢ م .

ـ ابعاد حفرة القفز = ٨٠ر٤م × ٨٠ر٤م.

ـ المسافة بين القوائم الراسية = ٠٢ر٤ م .

ـ مدى انحدار الأرضية = ١ر٠٪ .

(ب) الوثب الطويل والوثبة الثلاثية :

ـ طول مسافة الجرى لا تقل عن ـ ر٤٥م .

ـ تعمل مسافة قبل بدء المضمار تسمى مسافة استعداد = ـ ر١ م .

ـ تعمل علامات على بعد من ـ ر١١ الى ١٢ م أمام الحفرة على نفس المنسوب والمستوى.

ـ هذه العلامات من خشب طوله ٢٢ر١ × ٢٠ر ـ × ١٠ر٠ لتحديد المسافات الثلاث للوثب .

ـ الميول بأرضية الجرى = ١ر ـ × فى الاتجاه الطويل .

٣ ـ الوثب العالى :

ـ مجال بداية القفز على شكل نصف دائرة نصف قطرها = ـ ر١٨ م .

ـ ابعاد حفرة القفز = ٥٠ر٣ م × ـ ر٧ م.

ـ المسافة بين القوائم الراسية = ٠٢ر٤ م.

ـ تعمل ميول فى الأرضية مقدراها لا تزيد عن ١ر٠٪ .

٤ ـ رمى الجلة :

ـ علامة خط البداية بسمك ١٤ مم = ٤ر١ سم ، وبارتفاع ١٠٢ مم = ٢ر١٠ سم . والخط على شكل قوس من محيط دائرة .

ـ القوس من مساحة دائرية مخططة بحلقة معدنية عالية بعض الشيء .

ـ مساحة الانطلاق أو الرمى تكون على

٥ ـ رمى القرص :

سباقات الحواجز :

ـ الطول الكلى لمضمار الحواجز = ـ ر١٣٠م

ـ مسافة الابتداء = ـ ر٣ م .

ـ وهناك مسافة تسمى مسافة (بعد خط النهاية) لا تقل عن ٠ر١٧ م بل وتزيد .

٦ ـ رمى الرمح :

ـ علامة خط بداية بعرض ٧٠ مم = ٧ سم والأرضية خشبية أو معدنية .

ـ طول الرمح بالنسبة للرجال من ٦ر٢ م ـ ٧ر٢ م .

ـ طول الرمح بالنسبة للسيدات من ٢ر٢ ـ ٣ر٢ م .

٧ ـ رمى المطرقة :

ـ تعمل سياج حامية واقية مصنوعة من انابيب معدنية ٥ر٦ سم ، وهذه الأنابيب بأرتفاع ٧٤ر٢ م وطول ضلع المضلع السلفى = ٧٤ر٢ م.

ـ والبعد المركزى لشكل المضاع نق = ٨٠ر٣ م .

ـ وتدك المواسير المعدنية بعمق ٧٥ سم أو يشد الشكل المضلع للسياج المعدنى بواسطة شدادات معدنية .

ـ ويكون هناك شبكة واقية مثبتة من أسفل بأكياس رملية .

الغرض من الانشاء :

خلق فراغ داخلى يسهل التحكم فيه مناخيا لتوفير محيط أكبر ملائمة لممارسة ومشاهدة الألعاب الرياضية المختلفة ، ويمكن استعمال أرضية الصالة للالعاب الآتية :

١ ـ لعبة كرة اليد (البعد الأوليمبى للملعب ـ ر٤٠ × ر٢٠ م) .

٢ ـ لعبة كرة السلة (البعد الأوليمبى للملعب ـ ر٢٨ × ـ ر١٥ م) .

٣ ـ لعبة الكرة الطائرة (البعد الأوليمبى للملعب ٣٠ر١٨ × ١٥ر٩ م) .

٤ ـ لعبة الملاكمة (أبعاد الحلبة ـ ر٦ × ـ ر٦ م) .

٥ ـ لعبة المصارعة بأنواعها .

٦ ـ لعبة تنس الطاولة (لأكثر من مباراة فى وقت واحد) .

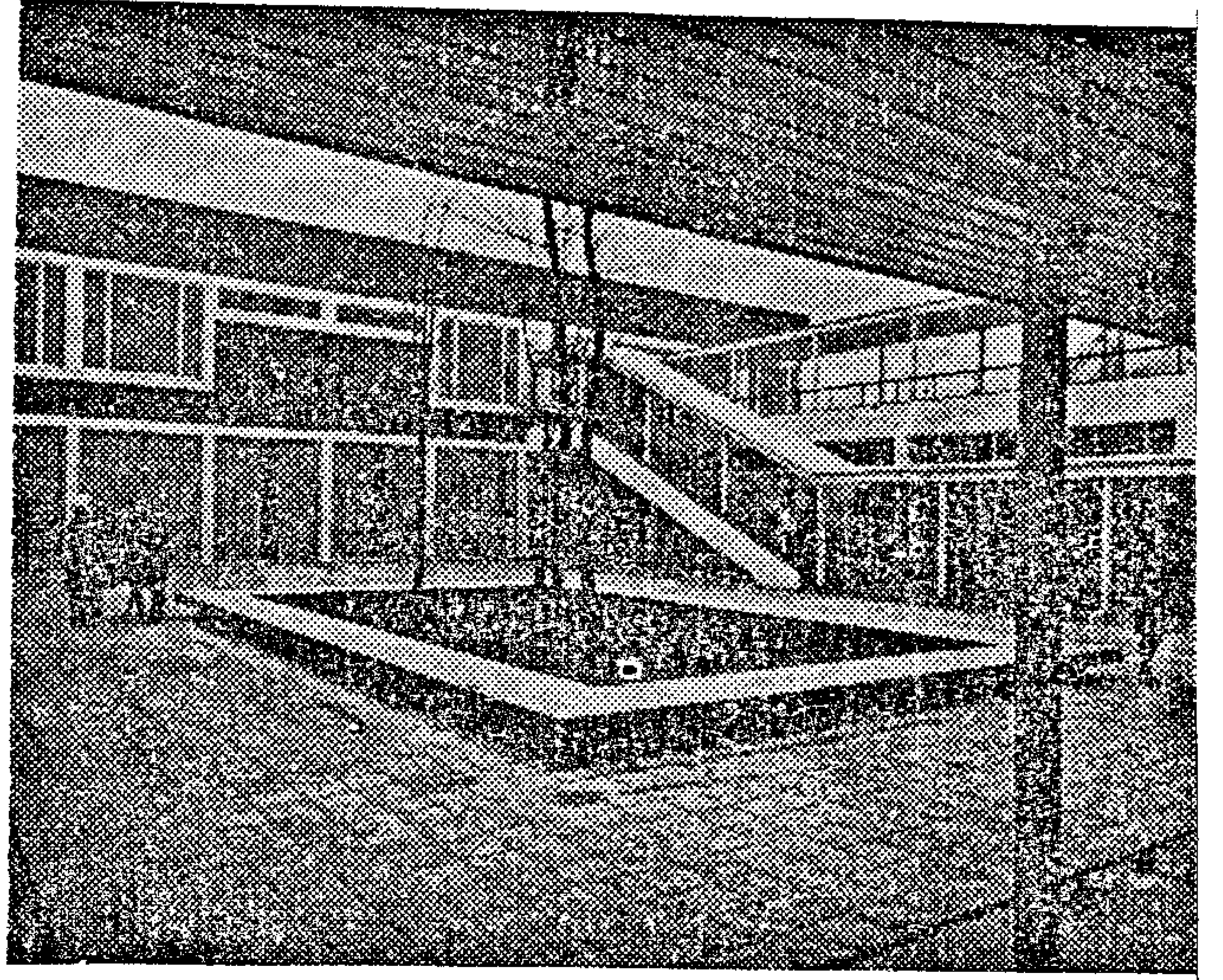
٧ ـ لعبة المبارزة .

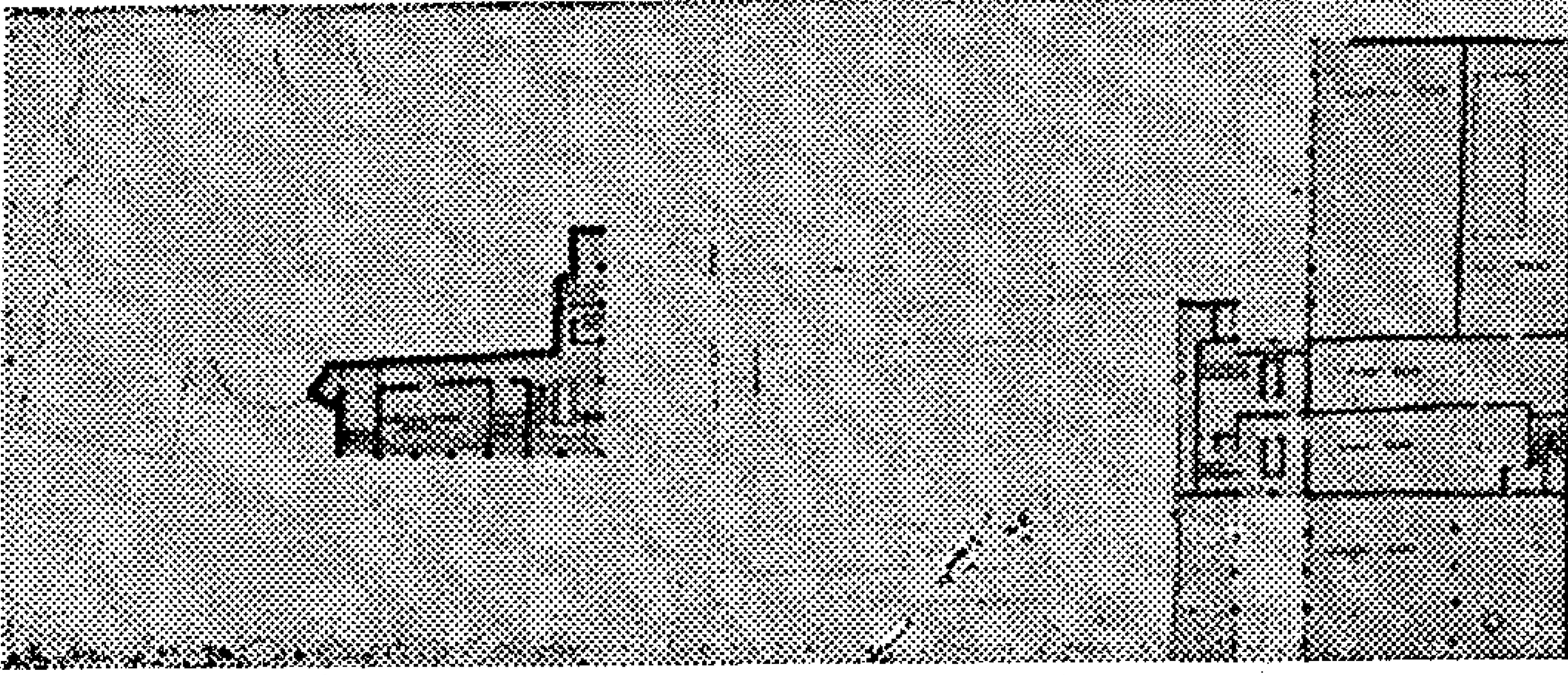
٨ ـ لعبة الجمباز .

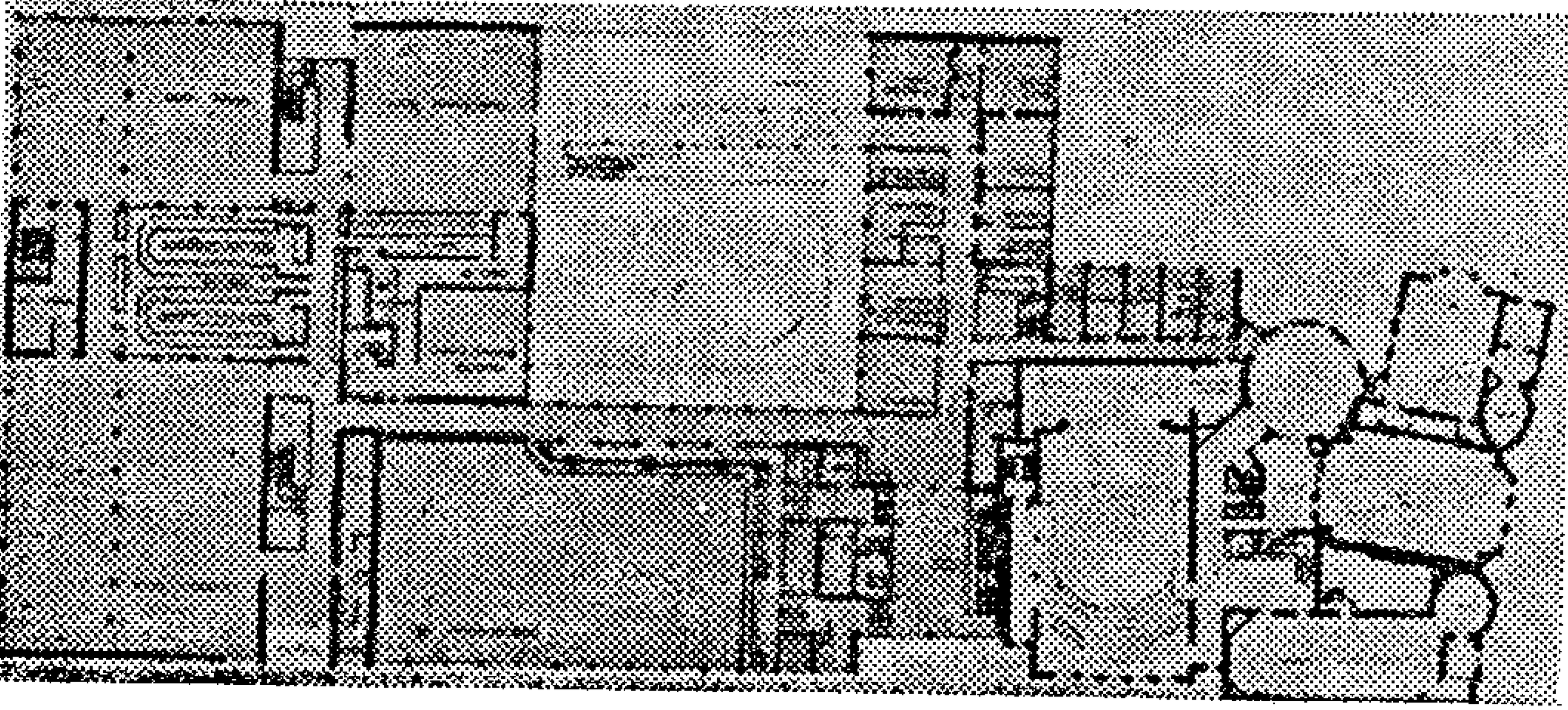
٩ ـ العاب اخرى .

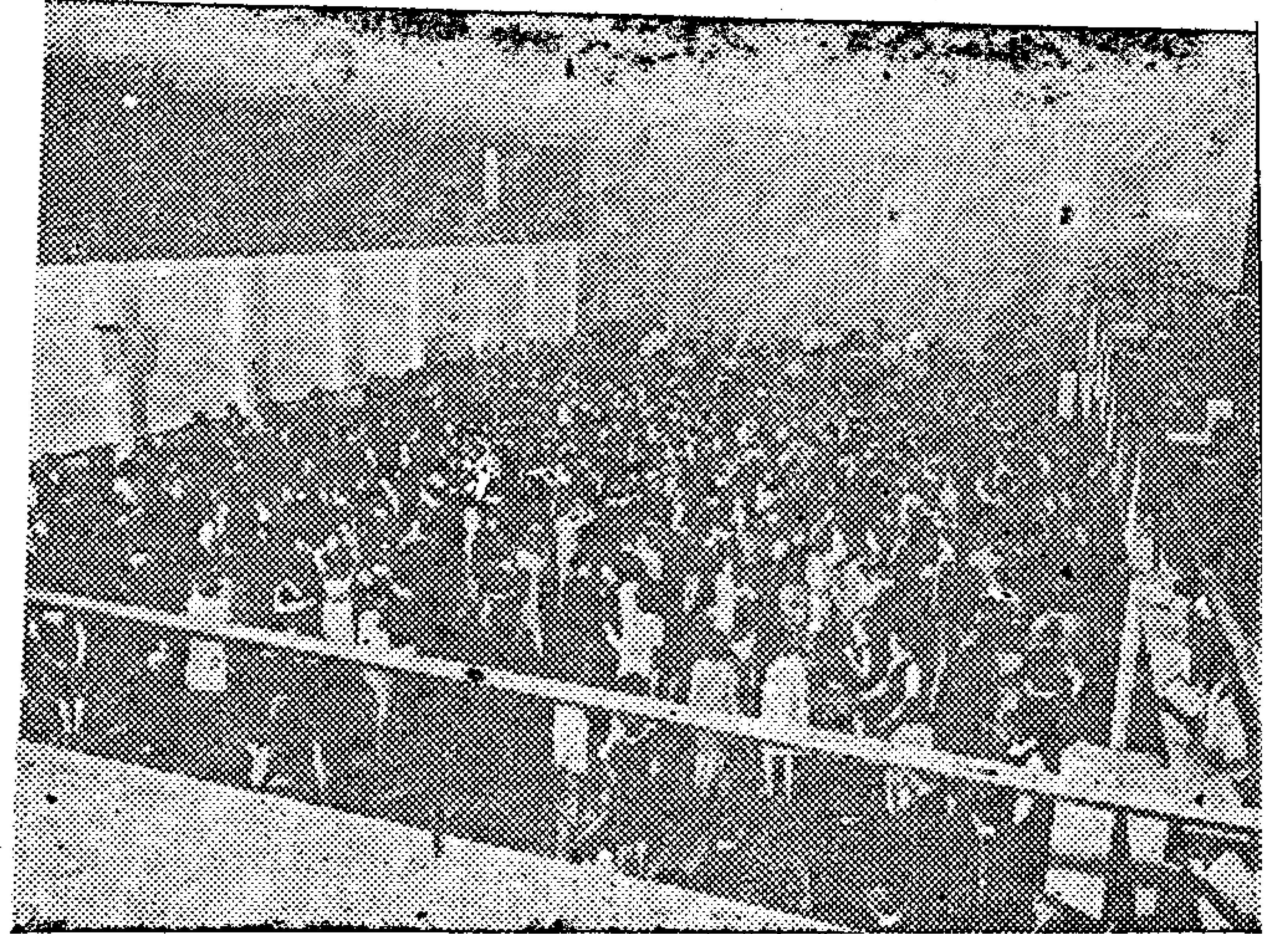
مبنى اتحاد الطلبة جامعة ليفربول

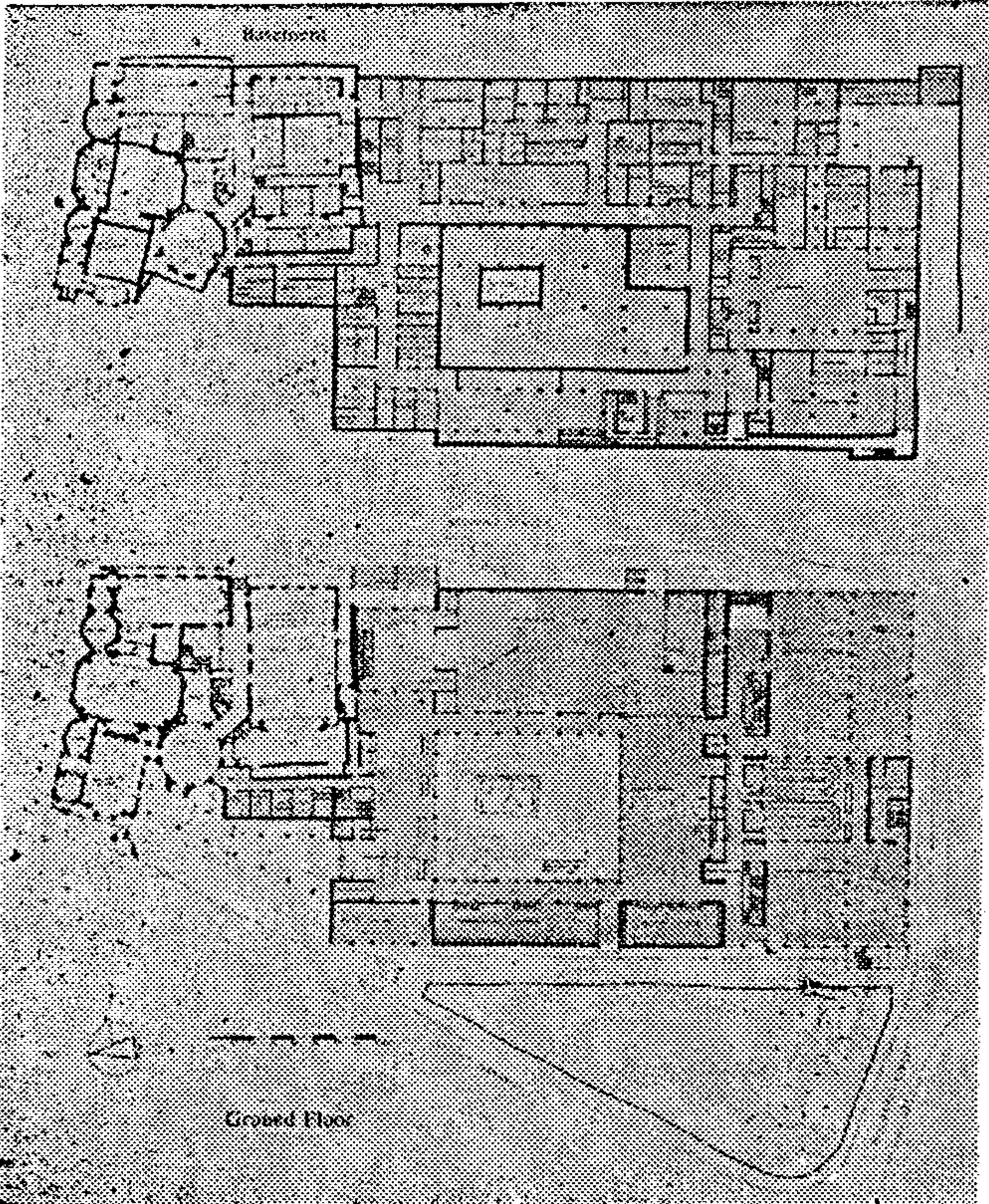
اعلا يمين ـ صالة المدخل العام : الفناء الداخلى
وسط يمين ـ صالة المحاضرات العامة
أسفل يمين ـ صالة الطعام
يسار ـ المساقط الافقية

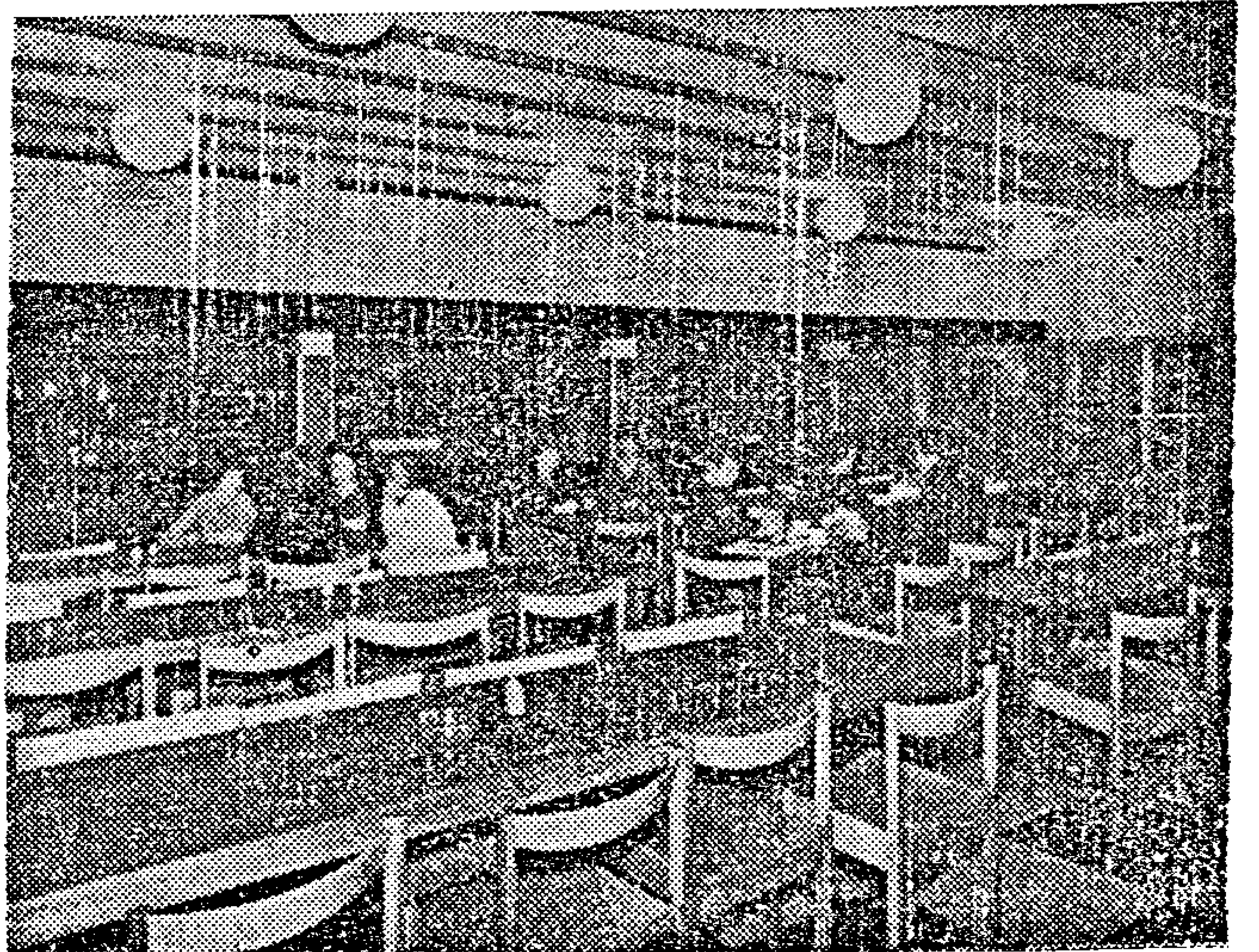












وقد حدد عدد المشاهدين من ٤٠٠٠ الى ٥٠٠٠ مشاهد فى استاد الجيزة المقترح . ويمكن زيادة عددهم على حســاب أرضيــة الملعب فى حالة الألعاب التى تحتاج الى مســطحات أقل وذلك باســتعمال مدرجات اضافية ســهلة الفك والتركيب ، مثالا لذلك ألعاب تنس الطاولة ، المصارعة ، والملاكمة ، والمبارزة ... الخ .

برنامج الاحتياجات :

تحدد الاحتياجات المختلفة للصالة المغلقة تبعا للانشطة التى تمارس داخل المنشأ واحتياجات الجمهور وتنقسم الى :

(أ) احتياجات لاعبين ، (ب) احتياجات جمهــور ، (جـ) احتيــاجات اداريين ، (د) احتياجات عامة .

(أ) احتياجات لاعبين :

١ ــ ملعب تحدد أبعاده حسب أكبر ملعب للالعاب المختارة لممارستها داخل المنشأ وهى لعبة كرة اليد (٤٠ م × ٢٠ م) مضــافا اليها المسافات الكافية المحيطة لتصل الى (٤٨ م × ٢٦ م) .

٢ ــ صالات خلع الملابس وهى مقســمة الى قسمين ذكور وأناث . وتكفى كل واحدة لخدمة ١٢ لاعب فى آن واحد .

٣ ــ صالات الاحماء والتسخين مقســمة الى قسمين ذكور واناث .

٤ ــ أدشاش ودورات مياه تكفى لعدد ١٢ لاعب فى آن واحد .

٥ ــ صالة تدليك ، ٦ ــ غرفة أســعاف وطبيب ، ٧ ــ مداخــل لطــابور العــرض ، ٨ ــ مداخل جانبية للاعبين ، ٩ ــ حجرات رقابة عند مداخل اللاعبين .

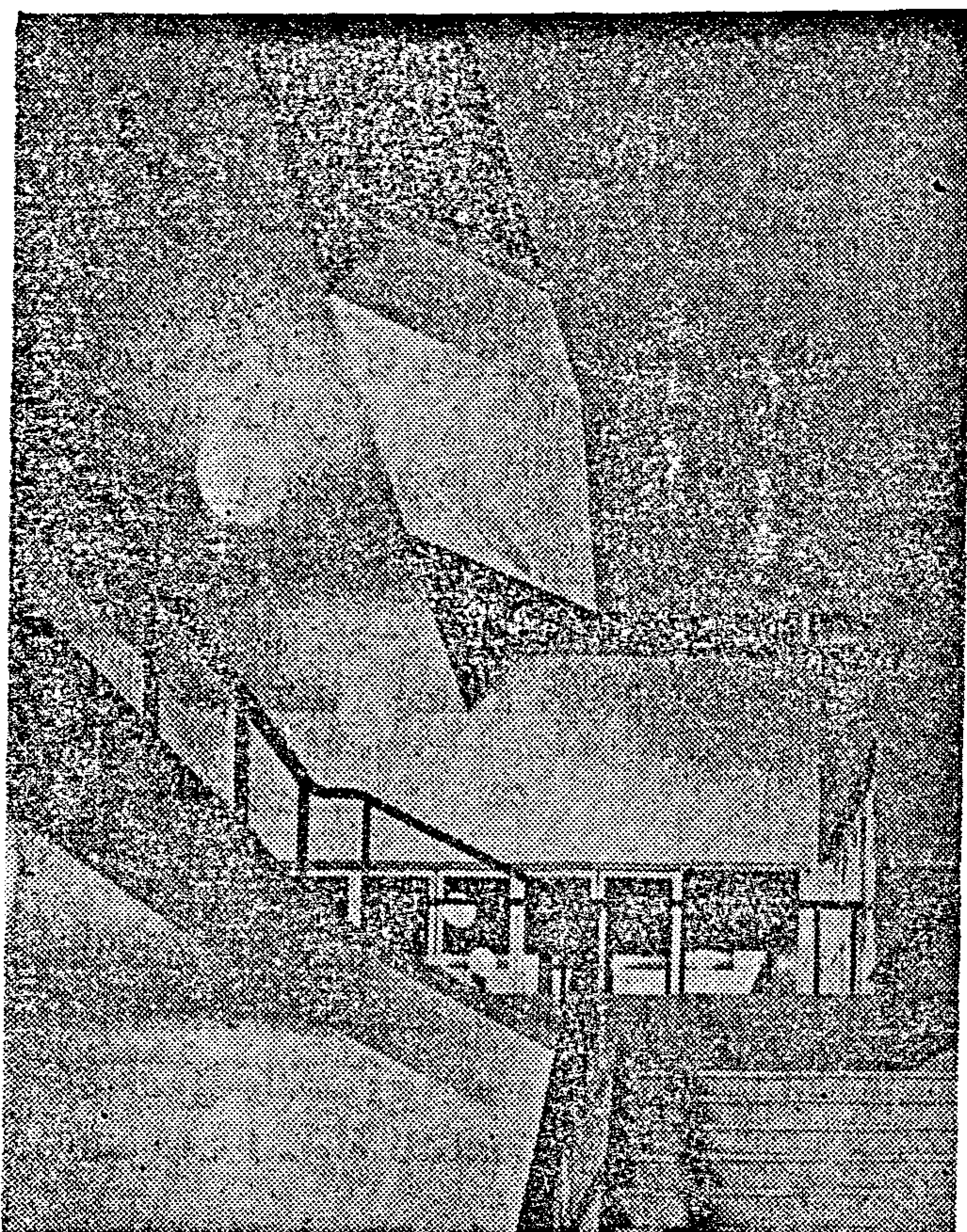
(ب) احتياجات الجمهور :

١ ــ مدرجات حددت بسعة من ٤٠٠٠ الى ٥٠٠٠ مشــاهد فى اســتاد الجيزة المقترح . وبحيث يتمكن الجمهور من رؤية زوايا الملعب .

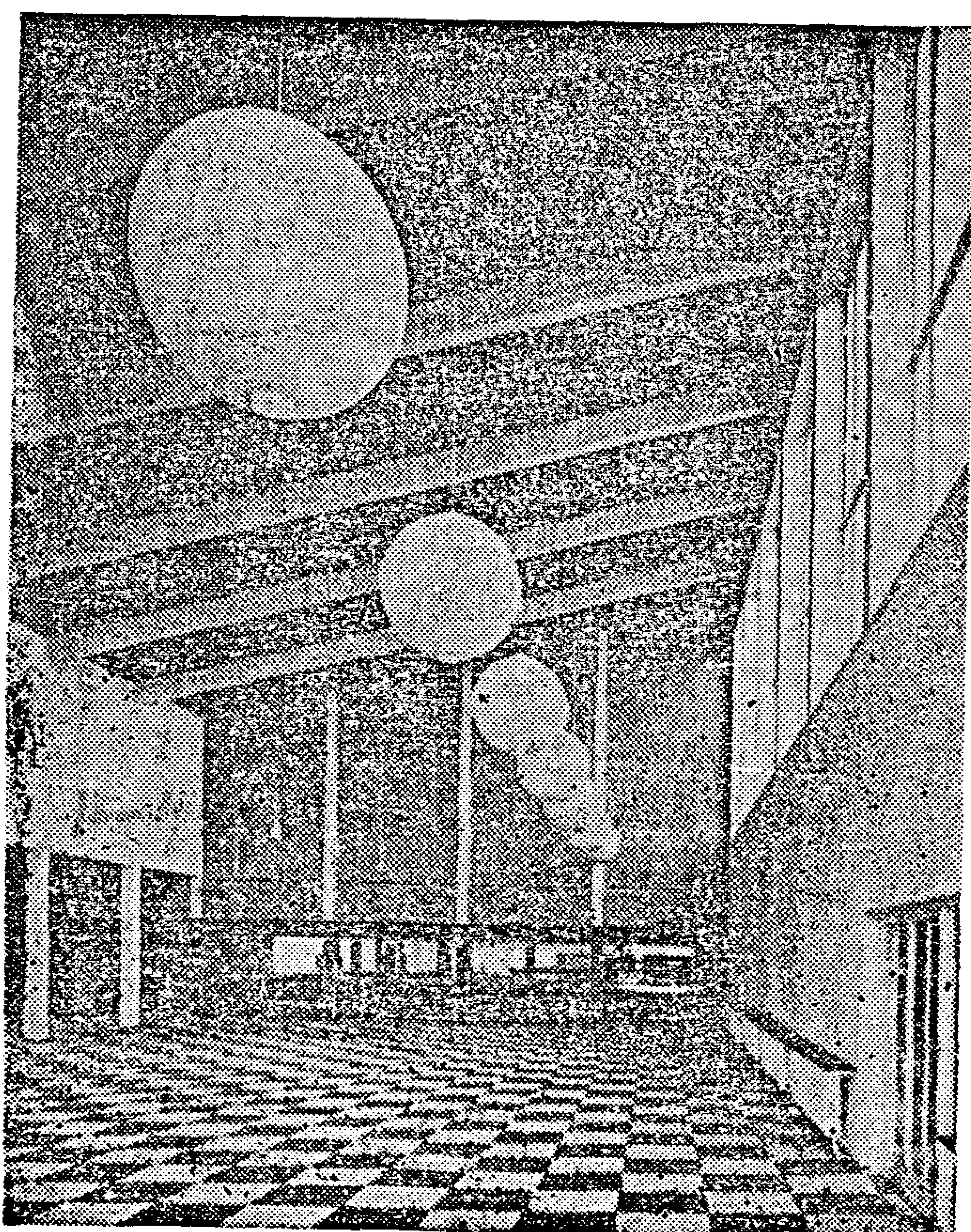
٢ ــ مداخل ومخازن كافية لسهولة تدفق الجمهور عند الدخول والخروج .

٣ ــ مدخل كبار الزوار .

٤ ــ دورات مياه كافية ، وبوفيــه خاص بالجمهور وكبار الزوار .



ــ اتحاد الطلبة / جامعة ليفربول
السلم الرئيسى وصالة المدخل



كافتريا لخدمة وتوزيع الطعام

● مبنى إتحــاد الطلبــة :

يعتبر مبنى اتحاد الطلبة فى المدينة الجامعية من أهم العناصر الاساسية لخدمة الطلبة وأعضاء هيئة التدريس بالجامعة من حيث الخدمات التى يمكن توفيرها ــ خدمات صحية وثقافية واجتماعية الى غير ذلك .

(جـ) احتياجات ادارية :

١ - غرف خاصة بالادارة والمشرفين ،
٢ - غرف الحكام ، ٣ - دورات مياه وادشاش،

٤ - مخازن تستوعب أدوات الالعاب المختلفة والمدرجات المتحركة والمخازن تفتح على فراغ الصالة مباشرة .

(د) احتياجات عامة :

١ - لوحة نتائج الكترونية فى مكان يمكن مشاهدته من جميع زوايا الملعب والمدرجات ،

٢ - اذاعة وتليفزيون ، ٣ - قاعة للمحاضرات .

- اهداف التصميم :

(أ) الوصول الى العلاقات الوظيفية بالنسبة لكل من اللاعبين والجمهور والاداريين مع التركيز على سيولة حركة الجمهور فى الدخول والخروج ودراسة زوايا الرؤية بالمدرجات لسهولة المشاهدة .

(ب) توفير الاضاء والتهوية الطبيعية والميكانيكية لضمان درجة الاضاءة والحرارة المناسبة لممارسة ومشاهدة الألعاب داخل الصالة .

(أ) لاعبين

(أ) لاعبين	(ب) جمهور
(جـ) ادارية	(د) عامة

حمام السباحة :

الغرض من الانشاء :

١ - عمل احواض للمياة بأبعاد واعماق محددة تسمح باجراء المسابقات لسباحة المسافات القصيرة - والقفز والغطس والبالية المائى - وكرة المياه ، والتدريب عليها .

٢ - السماح لعدد كبير من المشاهدين برؤية المتسابقين، والألعاب المختلفة، ومتابعة النتائج.

٣ - خلق جو ترفيهى محيط بالمسطحات المائية .

- سياسة التشغيل :

١ - اساسا يعمل الحمام موسمى لفترة قد تمتد الى خمس أشهر فى العام .

٢ - بالنسبة للتدريب فالمطلوب أن يستمر طوال العام ، وهناك بديلين للوصول الى ذلك :

الأول : تدفئة مياه الحمام المكشوف (باستعمال الطاقة الشمسية أو اى طاقة بديلة)

الثانى : عمل حمام آخر تدريبى مغطى وبحجم مياه معقول فى حدود المطلوب للسباحة والقفز . وتدفئة تلك المياه . وقد يكون اسفل مدريات الحمام الرئيسى .

٣ - الفصل بين مسطحات السباحة ومسطحات القفز .

٤ - حدد عدد المشاهدين من ٣٠٠٠ مشاهد الى ٤٠٠٠ مشاهد فى أستاد الجيزة المقترح .

- برنامج الاحتياجات :

(أ) احتياجات لاعبين من الجنسين :

١ - مداخل لاعبين .
٢ - أمانات .
٣ - مسطحات خلع ملابس .
٤ - أدشاش ودورات مياه .
٥ - صالة تدليك وتسخين .
٦ - حمامات السباق (سباحة - غطس - بلبطه) .

(ب) احتياجات جمهور :

١ - جمهور مشاهدين للمسابقات

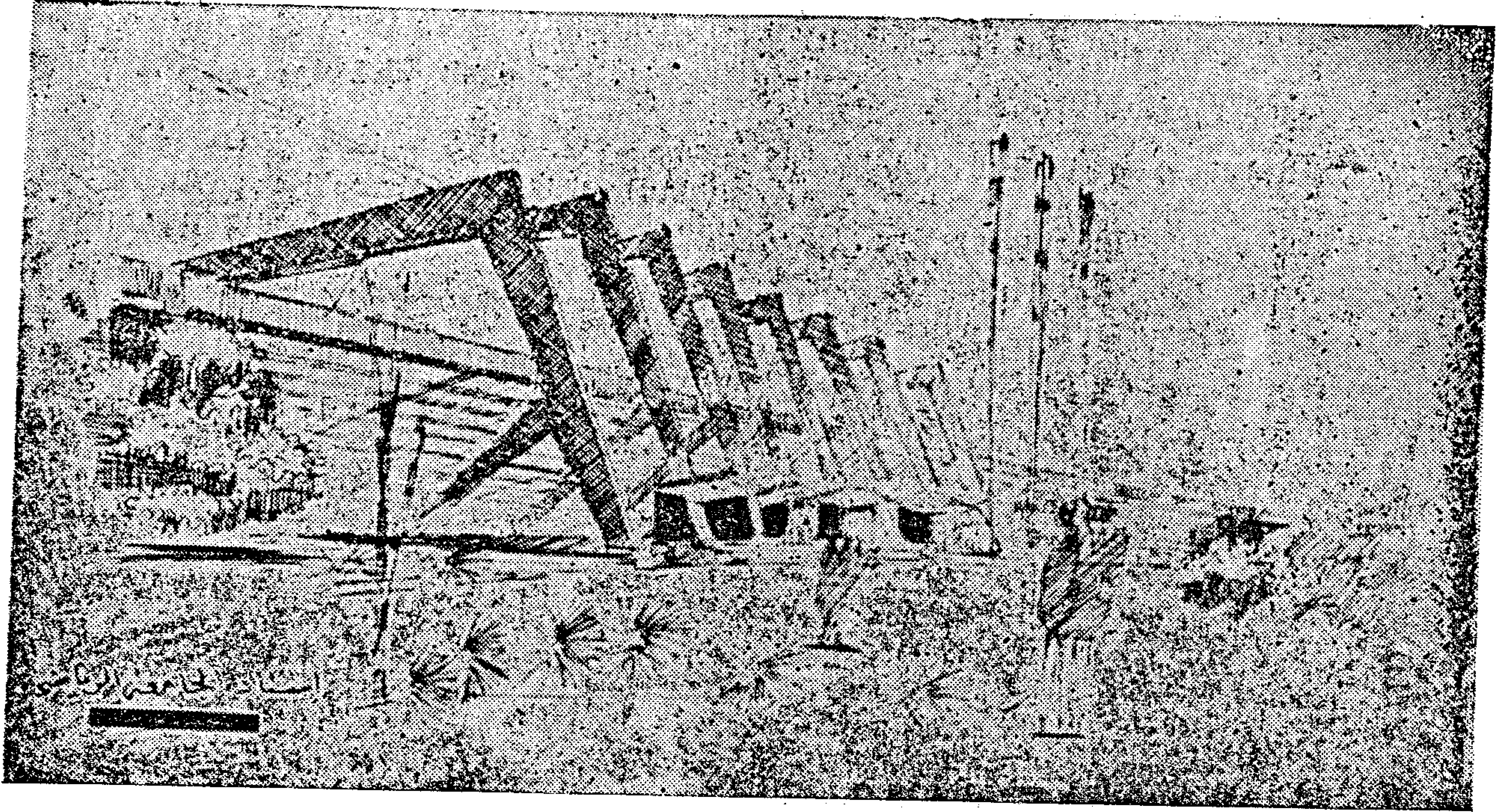
- مداخل ومخارج تكفى لمجابهة سرعة تدفق الجمهور فى الحضور والانصراف .
- **مدرجات تتسع من ٣٠٠٠ الى ٤٠٠٠ مشاهد .**
- دورات مياه وبوفيه .
- منصة استلام جوائز واحتفال .
- **كبار الزوار :**

- صالة مدخل كبار الزوار وعرض جوائز.

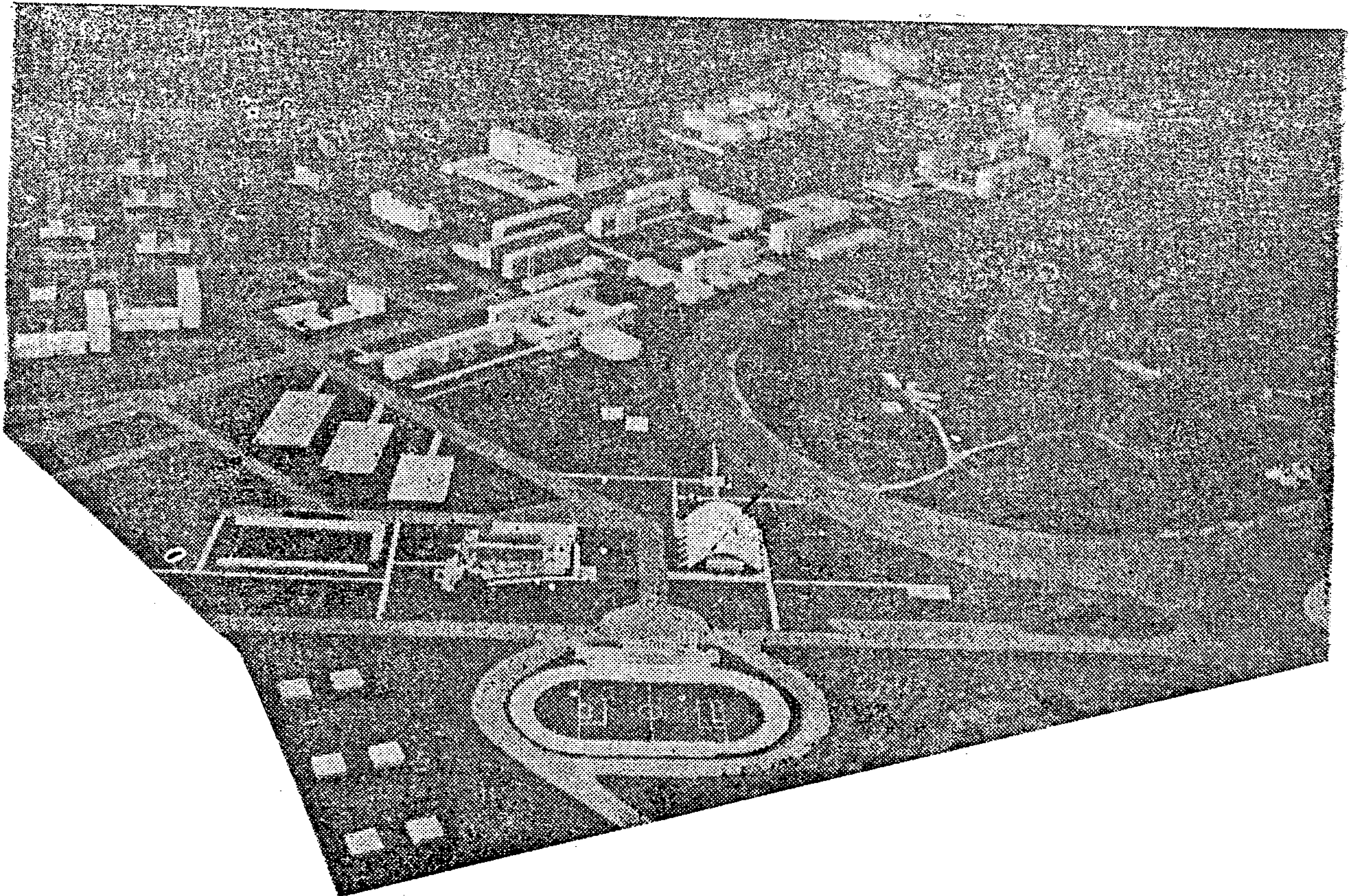
- صالة مدخل كبار الزوار وعرض جوائز.

- صالة كبار الزوار - متعددة الأغراض.

- دورات مياه/بوفيه .



المدينة الرياضية لجامعة الازهر كرئة حيوية تفصــل بين المنطقة الســكنية المخصصة للجــامعة وبين الكتلة السكنية فى المنطقة الاولى لمساكن مدينة نصر



ـ منصة كبار الزوار وتسع من ٣٠ الى ٥٠ زائر .

٢ ـ جمهور رواد لمنطقة الحمام :

- مداخل ومخارج للادارة ـ وحجرات خلع الملابس والأدشاش . وكذلك المناطق الخضراء والملاعب المجاورة .
- مسطحات مشمسة حول المياه .
- مظلات وبوفيه .
- دورات وادشاش خارجية .

(جـ) احتياجات ادارية :

١ ـ غرف خاصة بالادارة (مسئول اداريين ـ دورات مياه الجنسين) .

٢ ـ غرف استراحة ووحدات خلع ملابس الحكام والمدربين (٤ وحدات) .

٣ ـ غرف اسعاف (غرفتان ودورة) .

٤ ـ مخازن تستوعب الأدوات للالعاب المختلفة ـ وغيرها .

٥ ـ حجرات تغيير ملابس ودورات وأدشاش للجنسين من العاملين .

(د) احتياجات عامة :

١ ـ لوحة نتائج تمكن المشاهدين والمتسابقين من متابعة النتائج عليها بسهولة وسرعة من جميع الزوايا .

٢ ـ حجرة اذاعة وتليفزيون .

٣ ـ اعمدة انارة كاشفة حول المياه .

ـ اهداف التصميم :

١ ـ الوصول الى العلاقات الوظيفية الرئيسية بالنسبة لكل من اللاعبين والجمهور والاداريين .

٢ ـ تحديد المسطحات اللازمة لكل عنصر من العناصر وتوزيعها .

٣ ـ اعطاء المنشأ الشكل المعبر ، والمناسب مع بقية المنشآت المجاورات .

٤ ـ الوصول الى تحديد القطاعات والتفصيليات المختلفة واختيار المواد المختلفة .

٥ ـ الوصول الى درجة الاضاءة والتهوية الطبيعية والصناعية اللائمة .

٦ ـ توفير درجات الحرارة الملائمة حول وداخل مياه الحمام لممارسة التدريبات والمسابقات على مدار العام .

تحسب الحارة الواحدة ٥ر٢ م .

الحارتان الجانبيتان تحسب الواحدة ـر٣م .

ملعب كـرة الماء :

المقاس الدولى المعتاد .

ـر٢٠ م × ـر٣٦ م بعمق ٨٠ر١ م .

وهناك استثناء آخر هو ٦٦ر١٦ × ـر٢٥م.

حمام غطس دولى :

وهناك نوعان من منصات القفز متحركة ١م ، ٣ م من سطح المياه ثابتة ١ ، ٣ ، ٥ ، ٥ر٧ ، ١٠ م .

ـ الملاعب المكشوفة :

ـ ملاعب الاسكواش راكت :

ـ هناك حلان للمساقط الأفقية لملاعب الاسكواش راكت :

(أ) الحل التقليدى :

ويمكن للمشاهدين متابعة المباريات عن طريق شرفة علوية .

(ب) حل الحائط الزجاجى :

ويمكن للمشاهدين متابعة المباريات من مدرجات من خلال حائط من الزجاج .

ملحوظات حول الأبعاد والمقاسات :

- الارتفاع النظيف المفضل هو ٧٩١ر٠ م.
- عرض خطوط التحديد هو ٥٠ مم = ٥ سم باللون الأحمر .
- الارتفاع النظيف المفضل هو ٧٩١ر٥ م.
- عرض خطوط التحديد هو ٥٠ مم = ٥ سم باللون الأحمر .

ـ نقطة ضربة الجزاء تبعد ـر٧ م عن خط المرمى .

ـ ارتفاع المرمى = ـر٢ م .

ـ عرض المرمى = ـر٣ م .

القاهرة ـ ماضيها .. حاضرها .. مستقبلها

الجزء الأول

دكتور سيد كريم

المقــدمة

العاصمة الكبرى : وصف اطلق على عواصم العالم الكبرى بعد الحرب العالمية الاخيرة عندما اعيد تخطيط كل منها لمواجهة احتياجات مجتمعاتها المتزايد الكثافة ومتطلبات تطورها العمرانى المتزايد الخدمات فى اطار النهضة التكنولوجية الصناعية التى تسيطر على شخصية التعمير . والعمل على تجديد شبابها قبل نهاية عمرها الافتراضى فظهرت فى الوجود كل من لندن الكبرى وباريس الكبرى واسرعت كل منها بتنفيذ مخططها الجديد رغم انشغالها باصلاح ما تركته الحرب من تخريب لمرافقها وخدماتها وتدمير كثير من معالمها العمرانية .

لقد بدأ التفكير فى اعادة تخطيط القاهرة اسوة بتلك العواصم الكبرى عندما بدات ظاهرة الانفجار السكانى واثارة المخربة تظهر بانفجار شبكات المياه والمجارى والمرور التى بدات عام ١٩٥٠ .. وكان العمر الافتراضى لتلك المرافق والخدمات قد انقضى مع العمر الافتراضى للعاصمة باكملها ذلك العمر الذى ارتبط بتخطيط المدينة ربع قرن . فانعقد اول مؤتمر للمهندسين عام ١٩٥٢ حيث قدمت فيه اول مشروع للقاهرة الكبرى تم بعد دراسات مبدائية قمت بيها من عدة سنوات سابقة وقد بدأ الاهتمام بتنفيذ المشروع فى السنوات الأولى للثورة بدءا بتنفيذ مشروع كورنيش النيل وتخطيط ارض الثكنات العسكرية بقصر النيل ثم توقف تنفيذ المشروع لاسباب سياسية ورؤى اسناده الى الخبراء الاجانب الذين تقدموا بمختلف الاراء والاقتراحات وكلما تعثر تنفيذها بتراكم المشاكل استدعى عدد آخر ونوعيات اخرى من الخبراء لوضع مشروع جديد للقاهرة الكبرى .

فما هى حقيقة القاهرة الكبرى .

مولدها .. تاريخها .. انفجارها .. ومستقبلها ؟

● تعتبر المدينة فى نظر علوم تخطيط المدن ونظريات تكوينها كأى « كائن عضوى حى » يولد وينمو ويتحرك ويتنفس ويتغذى ويفرز مخلفاته ويمرض وتعتريه الشيخوخه .. ويموت تتوقف استمرار حيويته وحياته على صحة جميع اعضاء جسمه وانتظام عملها .

فكما ان للكائن الحى هيكل عظامه وكيانه التشريحى بمختلف شبكاته الدموية والهضمية والعضبية وما يتصل بكل منها من مراكز القوى المنظمة لحركة دوراتها كالقلب والرئتين والمخ والمعده والكبد والتى تعمل مجتمعة على احتفاظه بحيويته ووقاية صحته . فلكل عضو من تلك الاعضاء موضوعه المحدد فى جسم المدينة نفسها ودورة فى تامين الحياة بالنسبة لكل خلايا من خلايا جسمها فى اطار نسيج الشبكات المنظمة لمرافقتها وخدماتها .

● فللمدينة شرايينها التى يتدفق خلالها دم الحياة او حركة المرور والنقل والانتقال والمواصلات الخ وتتكون شبكتها من مجموعة من الطرقات والشوارع والميادين المختلفة النسب والابعاد والمناسيب والارتفاعات ـ تلك الشبكة التى تربط خلايا المدينة ببعضها من ناحية وبقلب المدينة من جهة اخرى والتى تكمل دورتها بالاوردة او طرقات التفريع .

● وللمدينة رئتيها بهما تتنفس وبهما يتجدد الهواء فى جسمها وبهما تحافظ على حيويتها وتمنع تلوثها ـ ورئتا المدينة تتمثل فى حدائقها العامة ومساحاتها الخضراء وتحدد سعة الرئتين بسعة المدينة وكثافة سكانها .

● للمدينة خلاياها التى تكون اعضاء جسمها ـ تلك الخلايا التى تنمو وتتكاثر وتتطور وتتحلل ـ وهى الاحياء السكنية المختلفة الاغراض والطابع والوظيفة والتى يربطها ببعضها فى نموها وتطورها واحتكاتها ببعضها الهيكل التكوينى للمدينة فاذا تركت خليه من تلك الخلايا ليدب فيها الفساد فسرعان ما تمتد عدواه كامتداد السرطان من خلية الى اخرى حتى تسيطر على الجسم باكمله .

● للدينة **شبكتها الهضمية** واتصال تلك الشبكة بالدورات المختلفة للجسم

وتتمثل تلك الشبكة فى اوعية الغذاء والتموين ابتداءا من الفم بمداخل المدينة الى المعدة والقنوات الهضمية التى تتمثل فى مختلف انواع مراكز التموين ابتداء من مراكز واسواق الجملة بانواعها الى المراكز الفرعية والتى تنتهى بمراكز الهضم وافراز المخلفات وشبكاتها الخاصة لشبكات المجارى والنظافة وجمع القمامه الخ .

● ان كل من القلب والمخ والكلى والكبد وما يؤديه كل منها من وظيفة حيوية فى كيان الجسم لها مرادف فى جسم المدينة وهيكل تكوينها ممثلة فى الشبكات الادارية والثقافية والتموينية والرياضية والترفيهية والامنية .

كما ان للمدينة ايضا آذانها واعينها وانفها ولكل منها دوره الحيوى فى الحفاظ على كيانها والعمل على وقايتها . وتتمثل فى شبكات الاعلام المرئية والصوتية السلكية واللاسلكية.

● ان تخطيط المدن القديمة او القائمة فعلا وهو ما يعبر عنه باعادة تخطيطها لوقف نزيف انفجارها السكانى واثره على انفجار مرافقها الحيوية ومختلف شبكات خدماتها وهو ما يعجل على انحلال خلاياها وتدهور كيانها .

ومما يساعد على سرعة تفشى سرطان الانفجار فى جميع اعضائها محاولة علاج مشاكلها بالمسكنات والمخدرات والحلول المؤقتة فالتخطيط لعلاج مثل تلك المدن وهو ما ينطبق على مدينة القاهرة بالذات بجميع برنامجه بين وضع الحلول للعلاج الجذرى لجميع اعضائها المريضة من طرق ومرافق وخلايا سكنية والتى يشترط ان يسير علاجها متوازيا ومتزاملا بالنسبة لبعضها البعض وبالنسبة لجسم المدينة ككل .

ان التخطيط لعلاج المدينة القديمة لتخليص جسمها من الامراض التى عجلت بشيخوختها يسير فى نفس الوقت بجانب اعادة تخطيط جسمها باكمله لتزويدها بجسم قوى سليم تواجه به مرحلة جديدة من مراحل نموها الذى توقف مرحله جديدة من مراحل التاريخ العمرانى للمدن .

جسم شاب قوى وسليم يتمشى الهيكل التكوينى لجميع شبكاته التى تغذى الجسم واعضائه وخلاياه ، ويطلق على هذا الجسم السليم بعد تخطيطه « بالمدينة الكبرى » اى الذى يساير متطلبات حياة المدينة ونموها وتطورها الحضارى فى المستقبل لمرحلة جديدة من عمرها طولها خمسون عاما .

لما كان علاج الكائن البشرى فى الطب الحديث يبدأ بدراسة حالته من تاريخ مولده ، كذلك فى تخطيط « المدن الكبرى » لا يمكن الرجوع الى تاريخ حياتها من يوم نشأتها او مولدها لمعرفة نشأة امراضها الوراثية والطارئة ومدى اثر وتأثير كل منها على الجسم قبل علاج امراض المدينة العضوية التكوينية بغير التكهن بتشخيص المرض ووصف العلاج وتخطيط برنامجه حتى يمكن علاج « المدينة » من امراضها ووقايتها فى مراحل نموها الجديد وتحصينها بالمناعة الكافية لمواجهة المستقبل .

● بالكشف على شهادة ميلاد مدينة القاهرة نجد انها ولدت عام ١٨٦٣ – حملت شهادة ميلادها صورة اول تخطيط عمرانى متكامل – أسوة بتخطيط اية عاصمة من عواصم العالم الكبرى. تخطيط عمرانى لمجتمع سكانى يبلغ عدد سكانه ٣٥٠ الف نسمه على ان يتسع تخطيط نموها ليصل الى ٧٥٠ الف ساكن وهو ما يعبر عنه فى نظريات تخطيط المدن بالتخطيط الخمسينى .

كان ذلك عندما تولى الخديوى اسماعيل الحكم ولم تكن مدينة القاهرة غير مدينة صغيرة مقفلة تمتد من سفح جبل المقطم والقلعة شرقا لتنتهى حدودها الغربية عند ميدان العتبة الخضراء بمجموعة من المدافن والخرائب تكملها مجموعة من المستنقعات وسلسلة من الهلال تحيط بها من جميع الجوانب وتمتد حتى مجرى النيل الذى لم يكن فى موقعه الحالى وكان مجراه الرئيسى يمر بمنطقة الجيزة فى موقع الجامعة وحديقة الحيوانات والاورمان وبولاق الدكرور والدقى حتى امبابه .

● يتكون البرنامج التكوينى الشامل لتخطيط القاهرة من سبع مشروعات حيوية ضخمة يحوى كل منها اكثر من ناحية من نواحى الاعجاز فى التخطيط والتنفيذ بالامكانيات المتاحه فى ذلك الوقت ومع ذلك فقد امكن تحقيقها وتنفيذها جميعا خلال خمس سنوات. كما امكن تنفيذ الكثير من مشروعات التخطيط والتعمير الاساسية خلال بضعة اشهر .

ويمكن تقديم المشروعات السبعة المكونة للتخطيط فيما يلى :

١ – مشروع **تحويل مجرى النيل** من موقعه الاصلى المبين فى الخرائط القديمة ليمرفى وسط القاهرة بموقعة الحالى وقد تمت عملية تحويل المجرى فى سنتين وتم ردم مجراه القديم ليتحول فى التخطيط الى احياء الجيزة والدقى السكنية وحدائق الحيوان والاورمان والجامعة والمعاهد كما نتج من حفر النهر لمجراه الجديد ظهور جزيرة قصر النيل التى خصصها التخطيط لاقامة غابات النزهة وحدائق الترفيه والملاعب ويتوسطها قصر الضيافة كما تحول الشاطىء الرملى الشمالى للجزيرة كمصيف للقاهرة وشاطىء للاستحمام واقامة الزمالك – اى اكشاك الاستحمام – ومنه اتخذت الجزيرة اسمها .

واشتمل تحويل مجرى النيل على اقامة قنطرتين أو كبريان يربطان شاطىء النيل الجديد مرورا بالجزيرة وكبريان آخران يربطان طرفى المدينة الشمالى والجنوبى بالشاطىء الغربى للنيل بالاضافة الى قنطره خاصة للسكة الحديد وكان دخول السكة الحديد فى مصر يعتبر حدثا عالميا حيث اصبحت مصر ثانى دولة فى العالم تدخل اليها السكة الحديد بعد انجلترا. لذا فكان من المنشآت الرئيسية التى اشتمل عليها التخطيط انشاء محطة للسكة الحديد عند مدخل القاهرة الشمالى خارج المدينة وهو الموقع الذى لا زالت تحتله الى الآن الذى اصبح فى وسط قاهرة اليوم .

٢ – المنطقة الشمالية : كانت تحوى حقول العجل ومجموعة من المستنقعات والتلال التى أزيلت لتردم بها البرك الداخلية بمدينة القاهرة وتم تخطيط المنطقة باعتبارها واجهة القاهرة لتتحول الى مجموعة من الاحياء السكنية الراقية وهى احياء الفجالة التى احتلت موقع مزارع العجل وحى السكاكينى وحى ابراهيم باشا بالمحطة كما تم تخطيط مدخل القاهرة الشمالى بانشاء شارع شبرا وتجميله وزراعة جانبيه بالاشجار والحدائق كما اشتمل التخطيط على الطرق والمحاور الرئيسية التى تربط محطة السكة الحديد بوسط المدينة وميادينها الرئيسية كشارع ابراهيم باشا ونوبار ورمسيس .

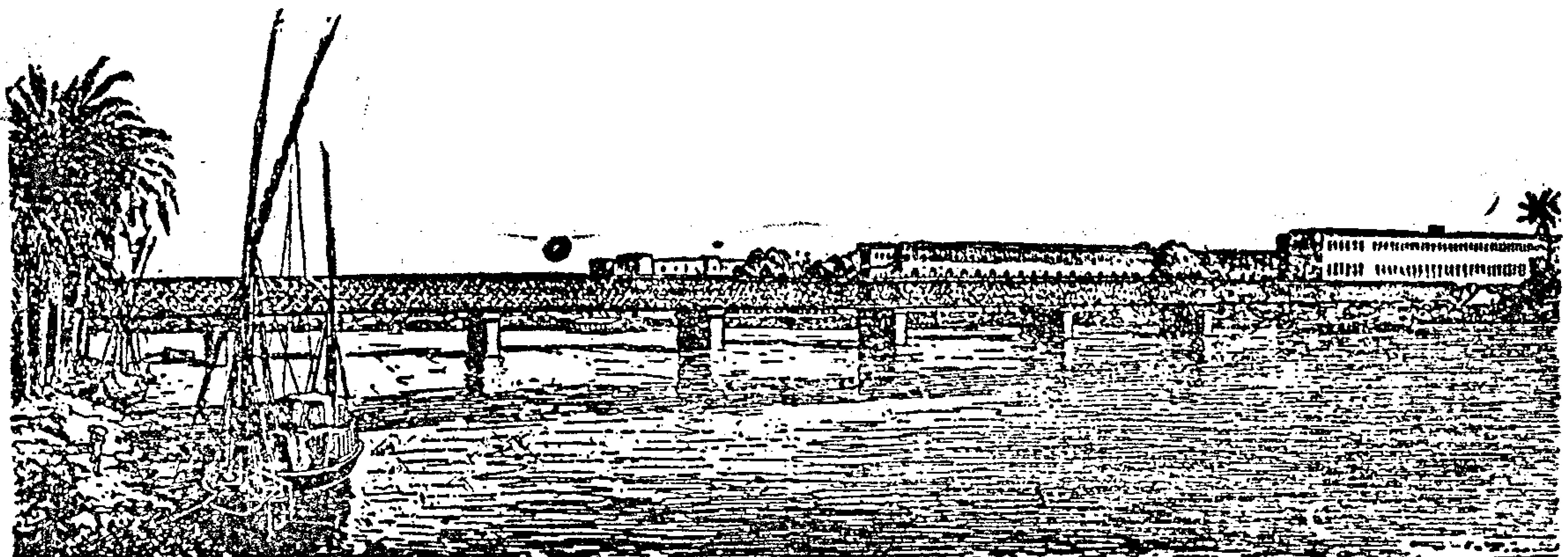
٣ – منطقة وسط القاهرة – كانت تلك المنطقة عبارة عن بركة كبيرة يطل عليها بيت عابدين بك احد المماليك وتحيط بها مجموعة من البرك والمستنقعات والتلال الرملية وخرائب القلاع الفرنسية القديمة . فردمت بركة الفراعين لتتحول الى ميدان عابدين الحالى واشترى اسماعيل باشا بيت عابدين بك لتقيم مكانه قصر الحكم الذى طلب ان يحتفظ القصر والميدان باسم صاحبه الاصلى – كما اشتمل التخطيط على ردم البرك الرئيسية التى كانت بالمنطقة وتحويلها الى احياء سكنية جديدة يحمل كل حى اسم البركة التى اقيم فى موقعها وهى برك او الناصرية والفواله والسقايين وخطط خلالها مجموعة من الشوارع الرئيسية لشوارع عابدين وعبد العزيز وابراهيم باشا .

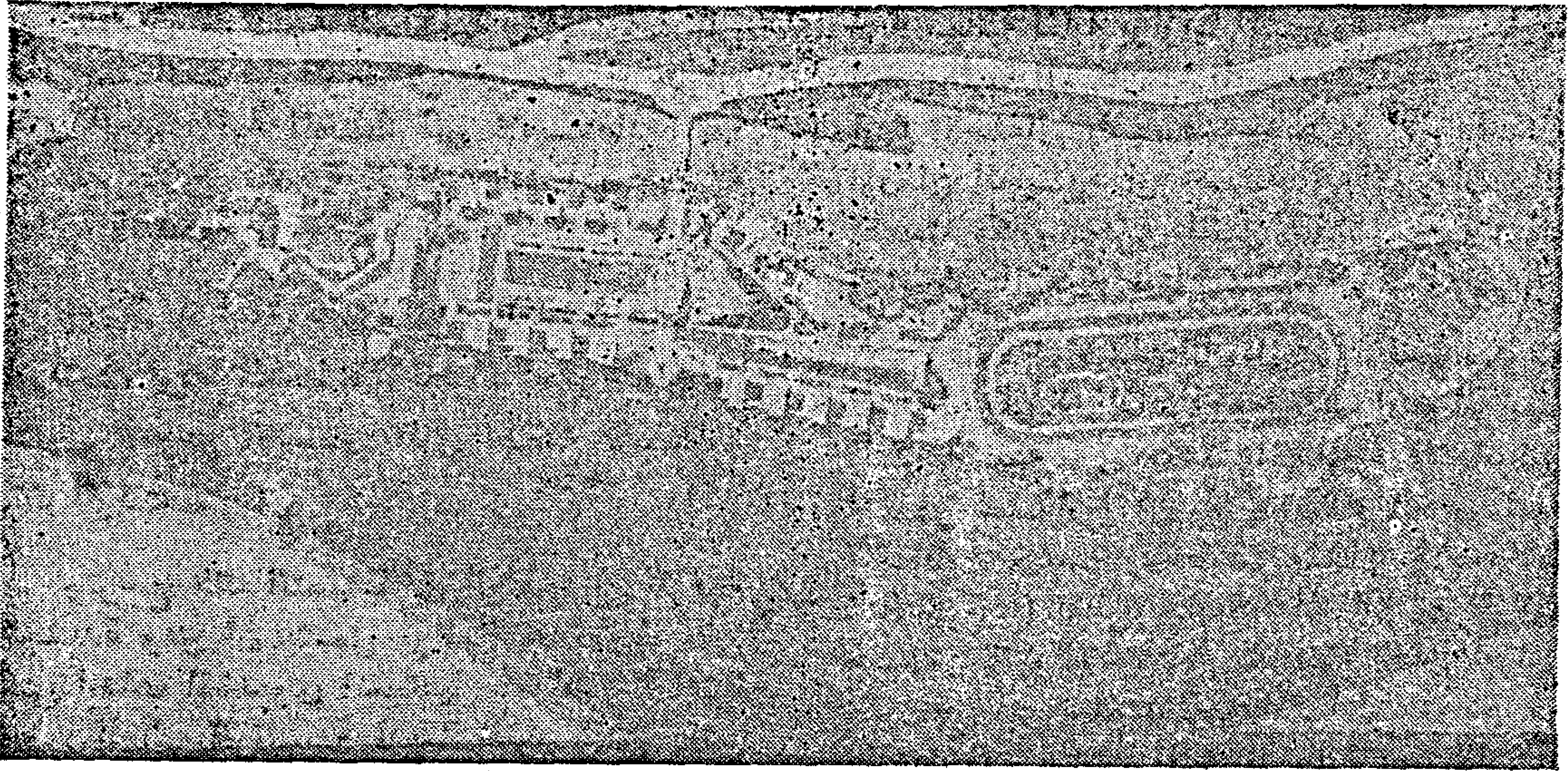
٤ – منطقة الازبكية : كان يتوسطها ايضا بركة كبيرة ومجموعة من المستنقعات ومدافن العتبة الخضراء والمناصرة فتحولت البركة ومستنقعاتها الى متنزه عام ليكون بمثابة رئتى التنفس لاحياء القاهرة السكنية المكتظة بالسكان كما اشتمل تخطيط المنطقة على كل من ميادين العتبة الخضراء والاوبرا والخازندار وشوارع كلوب بك وابراهيم باشا وما يمتد من ميدان الاوبرا من شوارع رئيسية تسيطر على جميع معالم القاهرة الحالية . شكل (١) .

٥ – **منطقة الشاطىء الشرقى :** وتشمل توصيل القاهرة القديمة بشاطىء النيل بعد نقل محراه . تمتد من شارع عماد الدين الحالى وشارع محمد بك فريد والملكة ومريت باشا الى القصر العينى وتشمل اخطاط الاسماعيلية والتوفيقية ومعروف وباب اللوق والدواوين والحوياتى والقاصد والانشا والمنيره وميدان الاسماعيلية وما يتفرع منها من شوارع رئيسية وقد تم رصف شوارع جميع المنطقة ودكها بالمدقشوم وعمل الارصفة دمرت فى جميعهما مواسير مياه الشرب ومياه رش الحدائق

واضيئت جميعها بمصابيح الغاز فى اول مرحلة من مراحل التخطيط التى تمت خلال عامين .

٦ ــ منطقة الشاطىء الغربى : وهى المنطقة التى نشأت من تحويل مجرى النيل وقد ردمت بارتفاع بين مترين واربعة امتار وتشمل المنطقة التى تقع بين شاطىء النيل الحالى وشارع المدارس وشارع الجيزة الرئيسى ومناطق الدقى والجامعة ووادى الدكرور ويشمل التخطيط انشاء غابة الاورمان المماثلة لغابة بولونيا فى باريس وحديقة الحيوانات وسراى الجيزة وارض المعاهد كما اشتمل المشروع على انشاء مدخل القاهرة الشرقى الذى يصلها بالاهرام وقد تم ردم الشارع باكمله بارتفاع اربعة امتار وزرعت الاشجار الضخمة على جانبيه خلال ستة اشهر .





٧ ــ **منطقة الجزيرة** وهى التى تكون شكلها الحالى نتيجة لتحول مجرى النهر وتياره وكان من نتيجة حفر النهر لمجراه الجديدان تراكم الطمى والرمل بالمنطقة الشمالية من الجزيرة التى تقع شمال شارع فؤاد الحالى فحولها اسماعيل باشا الى مصيف للقاهرة ولم يصرح بانشاء اية مبان بها سوى اكشاك الاستحمام أى « الزمالك » فعرفت المنطقة من ذلك الوقت بذلك الاسم ، وتحولت الجزيرة الى مجموعة من الحدائق العامة وضع لها تخطيط يشمل شارع الجزيرة الحالى وكوبرى قصر النيل وكوبرى الانجليز ثم شارع الجبلاية وحديقة الاسماك وشارع النيل كما انشىء بها قصر اسماعيل الذى يطل على النيل .

● يشمل مشروع قاهرة الاسماعيل وشهادة ميلادها من المبانى الرئيسية العامة دار الاثار الفرعونية (الانتيكخانه) ودار الاثار العربية ودار الكتب ودار الرصدخانه بالعباسية ودار المساحة بالجيزة والجمعية الجغرافية ومدرسة المهندسخانة ومحطة مصر .

ومن القصور : قصر عابدين مقر الحكم وقصر الجزيرة وقصر الدوباره وقصر الزعفران وقصر الجيزة .

ومن المسارح دار الاوبرا ومسرح الكوميديا

وقد تحدد برنامج وموضوع كل من تلك المنشآت ضمن تخطيط البرنامج الشامل وتوزيعه المنطقى .

لم يكن بمدينة القاهرة عند تخطيطها أية مرافق ــ لم تكن بها مياه جاريه للشرب فكان الماء ينقل الى مساكنها بواسطة السقاؤون من البرك الاسنة المنتشرة بها واشهرها بركة السقايين ولم يكن بالقاهرة مجار عمومية بل كانت خزاناتها تطفح ايام الفيضان وتملأ المدينة بالباعوض والامراض المعوية كما كانت المدينة تعيش فى ظلام لم يكن بها ما ينير طرقاتها وشوارعها واحيائها من المصابيح .

فتم تزويدها فى تخطيطها الجديد الذى وضع عام ١٨٦٣ باول شبكة لمياه الشرب بجانب شبكة اخرى لمياه رى الحدائق وشبكة للمجارى وشبكة لانارة المدينة وشوارعها وميادينها بالغاز وشبكة لرصف الطرق وغرس الاشجار على جانبيها .

كما عمل التخطيط على امتداد تلك الشبكات الى الاحياء الشعبية المقفلة .

لقد شمل برنامج تجميل المدينة بخلاف انشاء الميادين الكبرى اقامة مجموعة من التماثيل البرونزية فى وسط كل منها تم فيها تنفيذ كل من تماثيل ابراهيم باشا وسليمان باشا ولاظوغلى .

كما امتدتمجموعة من الشوارع الحدائقية والرئيسية لتربط مركز الحركة الجديد فى القاهرة وهو ميدان الاوبرا بمعالم القاهرة الاثرية الرئيسية كشارع الاهرام الذى كان يعتبر من اجمل شوارع النزهة باشجاره الضخمة . ثم شارع شبرا الذى يصل قلب المدينة بقصر محمد على . وشارع محمد على الذى اخترق المدينة القديمة ليصل الى القلعة ومجموعة المساجد الاثرية . وقد روعى لكل

شارع من تلك الشوارع فى نفس الوقت مدخلا من المداخل الرئيسية للمدينة بالاضافة الى مدخلها الجنوبي الموصل الى مدينة حلوان الذى اتجهت نية المخطط الى الاستفادة منها كمشتى علاجي لمدينة القاهرة ليسترد شهرته العالمية القديمة .

● لقد اطلق على مدينة القاهرة عندما ظهرت فى ثوبها التخطيطى الجديد اسم « باريس الشرق » وهو الاسم الذى اطلقته صحافة ذلك الوقت .

وترجع تلك التسمية فى الواقع الى الرغبة الجديدة وهو ان يشمل برنامج التخطيط على التى ابداها الخديوى اسماعيل لمخططى القاهرة بعض المعالم الرئيسية لمدينة النور التي عاش فيها وقضى بها شطرا من شبابه فتأثر بمعالمها واعجب بهيكل تكوينها — تلك المعالم التى كانت فى الواقع بمثابة الاوتاد الرئيسية لتخطيط مدينة القاهرة والتى عكس تخطيطها وتكوينها العمرانى كثيرا من معالم باريس وحدد وجه الشبه بينهما فاطلق عليها مورخوا تخطيط المدن عدة اسماء منها « باريس الصغرى » وباريس الشرق .

وتتمثل تلك الرغبات التى ابداها اسماعيل باشا للمهندسين هاوسمان فى رسالة خاصة تحتفظ بها المكتبة العامة فى باريس ووردت فى مذكرات هاوسمان عن تخطيط القاهرة وتشمل ما يلى :

١ — نقل نهر النيل ليمر فى وسط مدينة القاهرة كنهر السين الذى يخترق باريس حتى تتمتع به المدينة وتطل عليه احياءها السكنية وقصورها وكان مجرى النيل الرئيسى يمتد من قرية الجيزة مارا بموقع حديقة الحيوانات والجامعة وحديقة الاورمان والدقى الى امبابه وقد تم نقل مجرى النيل الى موقعه الحالى خلال عامين واقيم عليه كوبرى قصر النيل وهو اول كوبرى اقيم على نهر النيل باكمله كما اشتمل التخطيط على اقامة ثلاثة كبار اخرى واحد للسكة الحديد بامبابه والآخر كوبرى بولاق والثالث كوبرى الروضة .

٢ — انشاء حديقة فى وسط القاهرة كرئه لاحيائها الشعبية مماثلة لحديقة لوكسمبرج باشجارها النادرة ونافوراتها المائية واسوارها المعدنية الزخرفية وبواباتها .. فكانت حديقة الازبكية بمعالمها واسوارها التى نقلت عن حديقة لوكسمبرج الباريسية .

٣ — ان يشمل التخطيط « اورمان » او غابة مماثلة لغابة بولونيا المشهورة خارج باريس ليخرج اليها السكان بعرباتهم وجيادهم ويقضون فيها الاحتفال باعيادهم وعطلاتهم .. فكانت اورمان الجيزه او حدائق الاورمان والتى اقيمت مكان مجرى النيل القديم ونقلت اليها الاشجار النادرة من مختلف انحاء المعمورة .

٤ — نقل ميدان الاتوال فى باريس ليتوسط تخطيط مدينة القاهرة مع الشوارع الرئيسية المتفرعة منه وفى مقدمتها شارع الشانزليزيه اشهر شوارع اوروبا فى ذلك العصر فحقق المخططون رغبته بتخطيط ميدان الاسماعيلية (التحرير) بقطره وابعاده المماثلة تماما لابعاد ميدان الاتوال وانتقل شارع الشايزليزيه بعرضه الذى يبلغ تسعون مترا ليمتد من قصر عابدين الى ميدان التحرير مارا بميدان باب اللوق الذى يعتبر بعرضه جزءا من الشارع الرئيسى .

٥ — ان يحتوى تخطيط القاهرة عاصمة الشرق على مسرحين عظيمين يطل كل واحد منهما على احد الميادين الكبرى بالمدينة كمسرحى الاوبرا والكوميدى فرانسيز فى باريس فحقق المخطط رغبته فاقيمت دار الاوبرا مطلة على ميدان الاوبرا ومسرح الكوميديا مطلا على ميدان العتبة الخضراء .

٦ — كان فى باريس متحفا كبيرا لاثار الفراعنه وهو متحف اللوفر ولم يكن فى بلاد الفراعنه متحفا لحفظ آثارهم كما ابدى رغبته فى رسالته ان تقام بالقاهرة دار للكتب شبيهة بمكتبة باريس العالمية .

٧ — واخيرا كانت مداخل باريس التى توصل الى قصورها الخارجية ومعالمها الاثرية كان كل منها عبارة عن طريق كبير للنزهة تظلله الاشجار الكبيرة يطلق عليها طرق الاستقبال . فانعكست على تخطيط القاهرة الجديدة فظهر كل من شارع الهرم الذى يصل القاهرة بمنطقة الاهرام وشارع شبرا الذى يصلها بقصر محمد على . وشارع محمد على الموصل للقلعة وقصورها وطريق حلوان الذى يربطها بالقاهرة ويمثل مدخلها الجنوبى .

وهكذا ظهر تخطيط القاهرة بفضل تلك الرغبات او الوصايا السبع ليعكس كثيرا من معالم مدينة النور وليطلق عليها العالم اسم باريس الشرق .

● ان التخطيط الاول الذى وضع للقاهرة عام ١٨٦٣ قد حقق اهدافه كاملة عندما وصل

عدد سكان المدينة الى ٧٥٠ الف ساكن عام ١٩١٠ اى بعد نصف قرن من انشائها وهو العمر الافتراضى للتخطيط بالنسبة للكثافة السكانية التى حدده لها والتى بلغتها فعلا وبذلك يكون التخطيط قد استنفذ اغراضه ويلزم اعادته لمرحلة اخرى مماثلة ، وهو ما لم يحظى بالاهتمام واستمر تطور نمو المدينة بغير تخطيط او متابعة حتى بلغ عدد سكانها مليونى ساكن عام ١٩٥٠ داخل حدود مساحتها القديمة وفى حدود عمل مرافقها وخدماتها التى تعدت ظاهرة الانفجار السكانى تدب فى انحاء جسمها جميعها عمرها الافتراضى من ربع قرن وبدأت بانفجار مواسير المياه والمجارى وبداية مشاكل المرور ووصل الى ١٢ مليونا فى ١٠٨٦ .

فى عام ١٩٥٠ قمت باعداد مشروع اعادة تخطيط القاهرة ويشمل علاج جسم المدينة الذى اصابه الانحلال وتغلغل سرطان الانفجار السكانى ليسيطر على جميع اعضائه وشرايينه واعداد المدينة بجسم سليم وقوى مع تزويده بالمناعة الكافية لمواجهةمرحلة جديدة منمراحل التطور والنمو تمتد حتى نهاية القرن العشرين .. يطلق على هذا الجسم او الكائن الحى اسم ((**القاهرة الكبرى**)) . متتبعا خطوات ما قامت به كل من لندن وباريس الكبرى وهى المشروعات التى امكن بواسطتها علاج تلك العواصم العالمية من آثار التخريب فى الحرب وتجديد شباب كل منها حتى تواجه مرافقها وخدماتها العامة وبرامج عمرانها وتعميرها التطور والنمو المتزايده واحتمالات المستقبل حتى عام ٢٠٠٠ .

● بالكشف على جسم مدينة القاهرة بوصفها كائن عضوى حى وبالرجوع الى تاريخ مولدها السابق الذكر لتشخيص مرض كل عضو من اعضائها ووصف العلاج اللازم له والذى يجب الا ينفصل عن العلاج الشامل للجسم باكمله وخطوات مراحل تنفيذه .

شرايين القاهرة : كانت شرايين القاهرة اول ما تأثر بالانفجار السكانى فاصبحت تعانى من ازمة فى الضغط والتصلب وعدم انتظام الدوره الدمويه واختلاط الشرايين بالاورده فى عمل كل منها .

فاذا فحصنا شرايين مدينة القاهرة الحالية سنجد انه يقطعها فاصلان رئيسيان — اولهما الفاصل الشمالى وهو خطة السكة الحديد وثانيهما الفاصل الغربى وهو نهر النيل — كان كلاهما فى تخطيط قاهرة الاسماعيل فى موضعه الطبيعى اى على الحدود الخارجية للمدينة — اما الآن وقد اصبح عدد سكان امتداد المدينة الشمالى يزيد عن عدد سكان المدينة الاصلية باكملها وسيصل فى تخطيط القاهرة الكبرى الى ستة ملايين بينما لا يربطه بالمدينة او القاهرة الحالية سوى عنق زجاجة واحد وهو نفق شبرا الذى تتجمع فيه جميع وسائل النقل والمواصلات والمرور لتصب فى شارع واحد من شوارع مركزها الرئيسى بينما اذا طبقنا عليه النظريات الاولية للتخطيط لوجدنا ان الشرايين اللازمة لذلك الاتصال وتوزيع حركة المرور ودورتها ستحتاج الى عشرة طرق لايقل مجموع عروضها عن ٣٠٠ متر بخلاف توجيه جزء كبير من حركة المرور وتفريغها فى الطرقالدائرية الداخلية والخارجية

ان محطة السكة الحديد الرئيسية التى كانت فى التخطيط القديم خارج حدود المدينة ستكون بدورها موضع بحث فى التخطيط الجديد . سيكون شأنها شأن كثير من مثيلاتها فى عواصم العالم الكبرى التى واجهت نفس قلب المدينة لتوزع على عدة محطات رئيسية الشكلة فانتقلت المحطة من موقعها الحالى فى كل منها فى احد اركان المدينة — كما سيتحول الاتصال بها وحركة قاطراتها فى مناسب اعلا واسفل منسوب سطح المدينة . كما يشمل التخطيط علاقة محطات السكة الحديد بمختلف شبكات النقل والمرور كالمطارات والمترو والاتوبيس ومختلف وسائل النقل العام بالمدينة

كما ان الشرايين التى تصل امتداد المدينة الغربى الذى سيصل عدد سكانه الى ما يزيد عن ٥ مليون ساكن بعد تخطيط احيائه ومناطقه السكنية والعمرانية الجديدة التى ستمتد من شاطىء النيل الى طريق الفيوم والاسكندرية الصحراوى غربا وسقاره البدرشين جنوبا . فتلك المنطقة من مناطق امتداد القاهرة لايربطها بالقاهرة الا ثلاث كبارى فقط اولها كبرى قصر النيل وكان معدا للنزهة والانتقال الى حدائق القاهرة وغاباتها الخارجية . بينما كوبرى الجيزة يعتبر شريانا للتموين لا اكثر لمدينة القاهرة فتلك المنطقة — غرب القاهرة — لا يربطها بالقاهرة الا عنق زجاجة آخر يركز حركة المرور والنقل والاتصال لتصب فىمركزها الرئيسى — بينما اذا رجعنا الى احصائيات المرور والسكان والنقل وتطور الكثافات السكانية وحركتها بين جزئى المدينة لوجدنا انها تحتاج الى عشرة شرايين او كبارى للاتصال المختلفة الابعاد والمناسيب تم توزيعها واختيار مواقعها فى تخطيط القاهرة الكبرى بما يؤمن دورة المرور وانسياب حركتها فى جميع الاتجاهات

والتوجه المباشر الى اهدافها بمختلف احيائها ومناطقها .

هنـاك اكثر من عنق زجاجه يعمـل على انسداد شرايين المدينة وتصـلبها فى اتصالها بامتدادها الشرقى الذى ستصل فيه حـدود المدينة الى شمال منطقة الهاكستيب . ستصبح بواسـطته كل من العبـاسية وارض الثكنات العسكرية والعتبة والمطرية ومصر الجـديدة نفسها أجزاء لاتـجزأ من مدينة القاهرة نفسها كما ستمتد منطقة الثكنات العسـكرية جنوبا لتتصل بالقطامية والمعادى بل ستمتد شرايينها لتصل الى حلوان .

فالتخطيط الجـديد عمل على استبدال عنق الزجاجة بشـبكة جـديدة من الشرايين الطولية المحاور والتى تربطها شبكة مقفلة عن الخطوط الحلقية او الدائرية التى تعمل على التفريغ المباشر لحركة المرور بين اجزاء المدينة ومناطقها بعيدا عن التركيز على وسطها .

● **خلايا القاهرة :** تمثل الخلايا فى جسم المدينة العضوى مختلف احيائها السكانية على اختلاف انواعها ونوعياتها . يضـم تخطيط القاهرة الكبرى جميع الخلايا المكونه لجسمها القديم بالاضافة الى الخلايا المستجدة والتى ستعمل متضامنه ومشتركة على تغطية متطلبات الكثافة السـكانية ونموها وتطور نشـاطات مجتمعاتها للمستقبل أى لعـام ٢٠٠٠ .

حيث سيصل عدد سكان القاهرة الكبرى تبعا لمعـدلات نموها الطبيعى الى ١٦ مليـون سـاكن بخلاف محاولات الهجرة غير المشروعة وغير المنظمة من البلاد الزراعية والصناعية الى العاصمة مما سيكون فى مقـدمة الاسـباب فى تخريب كل من الارياف والمدن الصـناعية .. والقاهرة الكبرى نفسها .

يتكون الهيـكل التكوينى لجسـم المدينة الجديدة من خلايا المدينة الحالية بكاملها مضافا اليها الخلايا الحية الجديدة والسليمة لتعمل معا كجسم واحد مترابط الشرايين والشبكات فى بناء مدينة المستقبل او المدينة الكبرى .

تنقسم الخلايا الحاليـة بالنسبة لوضعها ودورها فى التخطيط الجـديد الى ثلاثه انواع من الاحياء .

أولا ــ الاحياء الموبوءه والتى توصف بأنها لا تصلح للحياة الآدمية بعدما سقطت ضـحية للانفجار السكانى الذى تغلغل سرطانه ليخرب عمرانها وتنظيمها بعدما زحف تعيرها الطفيلى ليـلتهم فـراغاتها وطـرقاتها وغطى ٩٠٪ من مسطحاتها وارتفعت الكثافة السـكانية بالحى لتصل الى عشرة امثال الكثافة المسموح مبها فى التخطيط والقدرة لها اصلا فتجاهلت المرافق طريقها اليها من مياه او مجار او اناره بعـدما اختفت الطرقات التى كانت المرافق ستتدبل خلالها .

ان تلك الاحيـاء ليس لهـا من عـلاج فى التخطيط العمرانى الحديث الا بما يطلق عليـه ازالة الخرائب او بتر الاعضـاء الفاسـدة حتى لاينتقل عـدوى سرطانها الى الاحيـاء الاخرى المحيطة بهـا ثم اعادة تخطيطها وتعميرها .

هناك كثير من التجارب العمليـة الرائدة التى تم تنفيذها وثبت نجاحها فنيا واقتصاديا فى انقاذ المدن القديمة من الانحلال والعمل على ظهور « العواصم الكبرى » فى ثوبها الحضارى الجديد .

وممن الاحياء التى سيطبق عليها نظام ازالة الخرائب واعادة التخطيط والتعمير احياء بولاق وعشش الترجمان، وتلال زينهم والشرابية . كذلك بعض الاحياء والمجمعات السكنية التى بدأت تزحف بتخطيطها العشـوائى وتعميرها الطفيلى كامتداد للاحياء الخـارجية المتطرفة خارج كردون المدينة فى مختلف اتجاهات توسعها فى المستقبل .

سيكون فى ازالة مثل هذه الاحيـاء واعادة تخطيطها اكبـر خـدمة لحمـاية آثار المـدينة وتاريخها حيث ستنكشف تلك الاثار التاريخية والمعمارية بعر ازالة ما طغى عليها وعلق بهـا من التعمير الطفيلى والشيطانى بجوار المساجد والاسـوار القـديمة وابوابها والاثار المعمارية الخالدة . ستكون تلك الوحدات بمثابة اوتاد فى التخطيط الجديد تعمل على صيانة ثروتهـا الاثرية وحفظها من ناحية واستغلال تلك الاثار فى عناصر تجميل التخطيط الجديد .

ثانيا : احياء سـكنية رئيسية بدأ الانحلال يدب فى اعضائها عندما خرجت عن اغراضـها واهـداف تخطيطها لانعـدام الرقابة الادارية والتنظيمية على متابعة عمرانها . فانحرفت عن اغراضها الاساسية كاحياء سكنية بتسلل مختلف الخدمات التجارية والحرفية والصناعية بمصانعها وورشها ومخازنها ومختلف خدمات النقل الخاصة بها فاختلطت بالاسكان وبدأت تطرده من حيه السكنى نفسه بعدما بدأت تهدد صـحته وامنه وراحته وتشـمل حركة مرور وسائل النقل الداخلية والخارجية الموصلة اليه وينطبق ذلك النوع من الاحياء على معظم احياء

وسط المدينة كمعروف وعابدين والفجاله وشبرا وامتد فى نفس الوقت الى احيائها الخارجية .

وعلاج تلك الخلايا فى تخطيط القاهرة الكبرى سيتم **بنظرية التطهير** اى بتفريغ الحى من تلك العناصر الدخيلة وتنفذ عملية التفريغ بنقل جميع تلك الخدمات الصناعية والحرفية بمنشآتها ومعداتها وورشها فى مناطق خاصة خارج الاحياء تجمع بين مراكز الخدمات المهنية والحرفية بالمدينة واسكان العاملين بتلك الخدمات والتى روعى فى اختيار مواقعها اقطار الانتقال الداخلية والخارجية وعلاقتها بجميع احياء المدينة ومناطقها السكنية .

ثالثا ـ المدن الحدائقية : الاحياء السكنية التى روعى اساسا فى تخطيطها المحافظة على العلاقة بين كثافة سكانها وابعاد طرقاتها ومساحاتها الخضراء . وتم تخطيط شبكات مرافقها وشرايين المرور خلالها وفقا لذلك التخطيط الصحى السليم .

لقد بدأت الامراض تنطرق الى جسمها وتهدد صحتها بالتغاطى عن الاشتراطامت المتى

بدأت بالاستثناءات بتجاوز مساحة المبانى وضعت لتنظيم عمرانها والتى لم توضع عفوا . بمساحة الارض على حساب المساحات الخضراء ثم كتلة المبانى بالنسبة لقيود الارتفاع الذى سمح بالارتفاع الى عشرة ادوار بدلا من ثلاثة فزادت الكثافة السكانية الى اربعة امثال كثافتها الاصلية خلال عشر سنوات ، وستظهر اثار الانفجار السكانى على كيانها وكيان جميع مرافقها فى القريب العاجل .

والحل العاجل لانقاذ تلك الاحياء هو وقف نزيف ذلك السرطان باعادة النظر فى قوانين تنظيمها ومواجهة انفجارها السكانى والعمل على اعادة تخطيط شبكات مرافقها وشرايين مرورها بالنسبة لتخطيطها الداخلى وعلاقته بشبكات تخطيط المدينة الكبرى ، مع محاولة المحافظة ما امكن على العلاقة الصحية الوثيقة بين الكثافة السكانية والمساحات الخضراء وفراغات الشرايين .

رابعا : زحف التعمير الطفيلى وهى فى مقدمة العقبات التى ستعترض تخطيط القاهرة ويتمثل فى التخطيط العشوائى الذى تقوم الكبرى ان لم تتسرع الدولة وتوقف نزيفه . به الهيئات البلدية بالتوسع والامتداد بالعمار خارج حدود المدينة الحالية وذلك بشق طرق رئيسية او مجاور تمتد فى مختلف الاتجاهات وتنتهى مهمة التخطيط بانتهاء شق تلك الطرق الطفيلى حيث يبدأ العمران على طول الطريق الجميلة ورصفها ثم يترك تعميرها للعمران بغير تنظيم او قوانين ثم يمتد فى جميع الاتجاهات على جانبى الطريق بغير تقسيم او تخطيط او طرق تسمح بالمرور ولا يطلب من الحكومة سوى رصف الطرقات المتخلفة من المبانى والاجتهاد فى محاولة تزويدها بالمرافق ـ كما هو الحال فى الاحياء التى قامت على جانبى شارع الهرم وشارع شبرا وشارع منيل الروضه وشارع المطرية .

ستخضع كثير من تلك الاحياء التى يطلق عليها فى تخطيط المدن اسم الخرائب الجديدة NEW SLUMS الى كثير من عمليات البتر والازالة واعادة التخطيط حتى لا تقف عقبة فى تخطيط القاهرة الكبرى .

لقد اقترحت على الحكومة عند بدء ظهور تلك الظاهرة الهدامة التى تهدد مستقبل المدينة وتخطيطها فى بحث خاص عن اصلاح القاهرة منذ عدة أعوام اقترحت ان تقوم البلدية بنزع ملكية الاراضى التى تقع على جانبى تلك الشوارع التى تقوم بشقها وجميعها عبارة عن مستنقعات وخرائب واراضى صحراوية نزع ملكيتها للمنافع العامة وتقوم بتخطيطها بنفسها كاحياء سكنية جديدة علما بان اسعار بيعها بعد التخطيط سيغطى تكاليف تخطيطها ورصف طرقاتها وتزويدها بجميع المرافق ـ كما هو المتبع فى جميع مدن العالم المتحضر .

وما دمنا بصدد تخطيط القاهرة الكبرى فيجب المبادره بوقف التصرف فى الاراضى التى سيشملها الامتداد والاتساع بدخولها ضمن كردون المدينة الجديدة حتى يبت فى اقتصاديات تعميرها السليم .

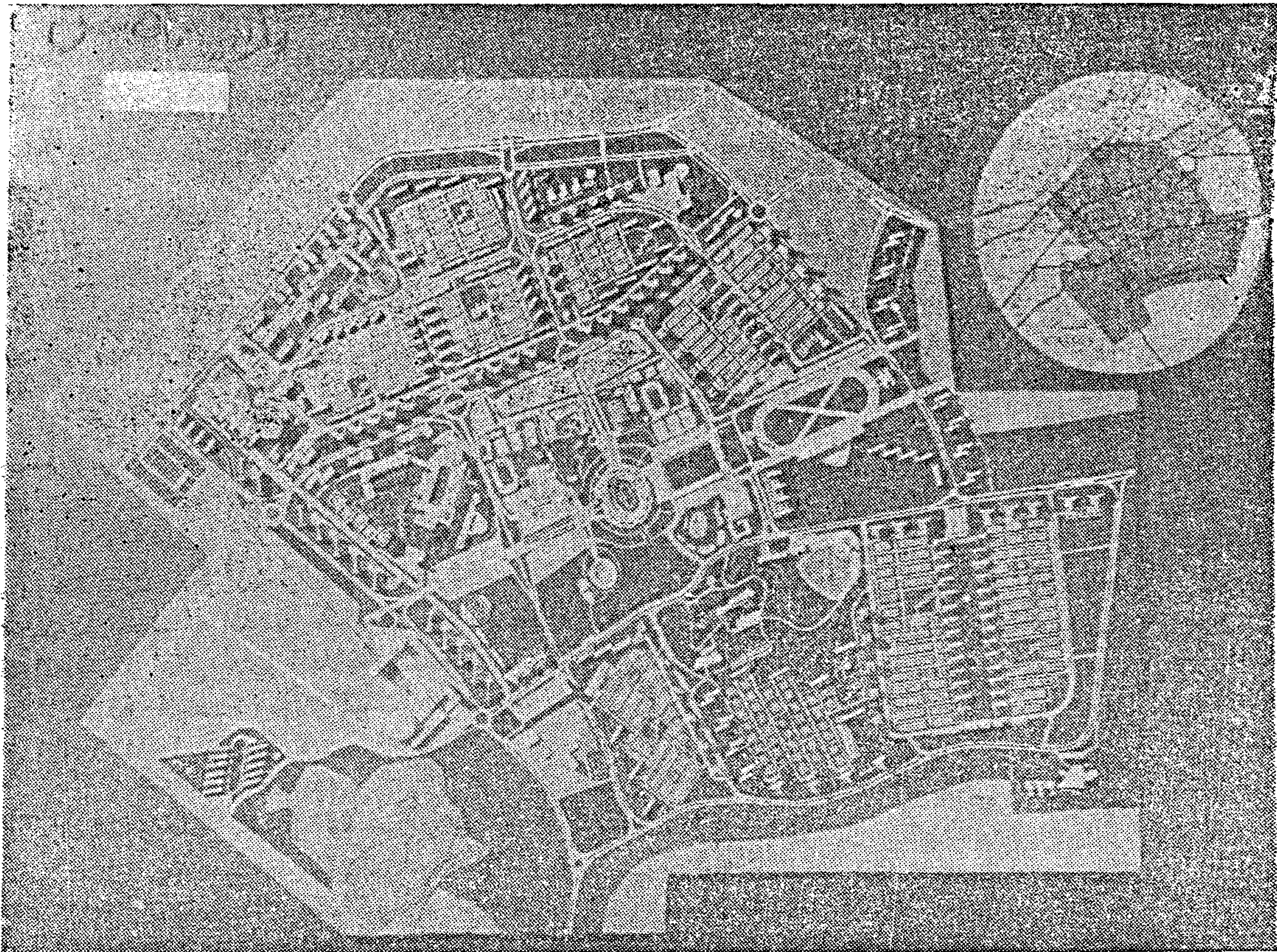
اما الاحياء الجديدة التى سترسم الصورة النهائية للقاهرة الكبرى والتى ستتصل بها مساحة المدينة الى ما يقرب من اربعة امثال مساحتها الحالية والتى ستعمل على تفريغ الانفجار السكانى فى المدينة الحالية من ناحية ومواجهة النمو السكانى حتى سنة ٢٠٠٠ من ناحية اخرى .

● ان توزيع الاحياء كخلايا حية فى جسم التخطيط الجديد بالنسبة لعلاقتها ببعضها وعمل كل منها وتخصصه ونوعيته وما تؤديه

من خدمات لمجتمعها ولمجتمع المدينة ككل وعلاقة شرايينها بشرايين الجسم باكمله هو نراة تخطيط القاهرة الكبرى تخطيطا يتحصن بالمناعة والوقاية من اى عامل من العوامل الهدامة التى قد تتعرض لها او يتعرض له نموها وتطورها الطبيعى .

● رئتى القاهرة : اذا انتقلنا الى رئتى المدينة التى تعمل على صيانة صحتها ووقايتها من التلوث ـ كانت تتكون فى تخطيطها الاول من حدائق الازبكية والاورمان والجزيرة وحدائق طريقى الاهرام وشبرا ثم المناطق الخضراء باحياء الجاردن سيتى القديمة وكانت تشمل قصر الدباره والسكاكينى والفجالة والمنيرة بالاضافة الى الاشجار التى كانت تظلل جانبى شوارعها الرئيسية داخل المدينة . كانت المساحات الخضراء تغطى ٤٠٪ من مساحة المدينة باكملها لتفى باحتياجات المدينة ومؤمن صحتها وصحة سكانها ومجتمعاتها فى نموها وتطورها خلال نصف قرن وذلك وفقا لنظريات تخطيط المدن القديمة والتى لا زالت كل منها تحافظ على سعة رئتيها مع تطور سعة المدن نفسها .

فاذا فحصنا رئتى القاهرة اليوم وقد زاد عدد سكانها وكثافتهم عدة مرات عن الحد الاقصى لسعة تخطيطها الاصلى نجد ان رئتيها قد اخذت فى التقلص والانكماش حتى وصلت الى ما يزيد عن ١٠٪ من مساحتها ولا زالت معاول الهدم تعمل بنشاط فى حدائقها واشجارها فانهارت مقاومتها للتلوث بانواعه الذى بدأ يتسرب الى جسدها .



ان الرئة المقترحة فى تخطيط القاهرة الكبرى فى حاجة ماسة فى الخطوة الاولى الى تركيب مصـفاة لتنقية هوائهـا وحماية جـوها من العواصف الرملية والترابية التى تحاصرها من كل جانب وتردمها بالغبار الذى يهدد صـحة سكانها ونظافتها . تشمل تلك المصفاه تشجير هضبة المقطم ضمن تخطيطها والصحراء الشرقية الممتدة من المعادى الى العباسية وسهولة هضبة الاهرام وسـقارة وجزء من صـحراء مدخل القاهرة الصحراوى على طريقى الاسـكندرية والفيوم والتى ستصبح جزءا من الحزام الارض للقاهرة الكبرى .

اما المساحات الخضراء المكونة لرئة المدينة نفسها فتشمل :

١ ــ ردم سيالة الروضـة وتحويلها الى غابة تمتد من القصر العينى الى مصر القديمة لتقوم بخدمة الاحياء السكنية المطلة عليها المنيرة الى مصر القديمة بدلا من دورها الحالى فى تلوث تلك المناطق بمياها الاسنة وانتشار الحشرات والباعوض .

٢ ــ انشاء غابة طوليـة شرق كورنيش النيل الجديد الممتـد من شـبرا الى حلـوان وتقع الغابة المذكورة بطول الكورنيش الجـديد من دار السلام الى المعادى بعـرض مائة متر تفصـل كورنيش النيل عن منـاطق الاسـكان ويفصـلها عن الاسـكان طرق خاص للمـرور الداخلى للاسكان بعيدا عن الكورنيش .

٣ ــ تخطيط شاطىء نهر النيل واراضى طرح النهر المهملة وتشجيرها تخطيطا تجمع بين خدمات الترفيه والسباحة والنوادى الرياضية وموانيها التخصصية والاستفادة من نهر النيل كشريان من شرايين النقـل الداخلى والنقـل السياحى .

٤ ــ تعمير جزر النيل وتشجيرها وتحويل جزيرة الذهب الى مدينـة للملاهى والتـرفيه وجزيرة الوراق الى جـزيرة للآثار وجزيرة المعادى الى جزيرة للرياضة .

٥ ــ المساحات الخضراء فى التخطيط الجديد بالاحياء التى سيعاد تخطيطها وتعميرها بعـد ازالتها لحى الترجمان وزينهم والتى روعى ان تغطى المساحات الخضراء ٥٠٪ من مسـاحة الحى بخلاف مساحات فراغات الطرق والمرور والخدمات اما بخصوص الاحياء والمدن الجديدة وتعميرها للنظم والنظريات الحـديثة فى علوم تخطيط المدن واقتصاديات تنفيذها المعمول به فى العالم اجمع والتى تحدد العلاقة بين الكثافة التى يضـمها التخطيط فسنخضـع تخطيطها فراغات المرور وانتظار السيارات والخدمات السكانية والمساحات الخضراء بالاضـافة الى الرياضية والصـحية والثقافية العـامة والتى ستغطى بها المساحات الخضراء وحدها ما يتراوح بين ٤٠ و٦٠٪ من مساحة المدينة تبعا لطبيعة العمـران .

كفاءة ادارة المدن الكبرى ـ القاهرة

ا.د. احمد خالد علام

انتشرت فى الفترة الاخيرة فى المدن الكبرى ولا سيما فى القاهرة ظاهرة تدهور المرافق والخدمات العامة فى ظل مؤسسات مسئولة عن شئون العمران ، فانتشرت الاحياء المتخلفة داخل المدن وزحف العمران على الحدائق والمساحات المفتوحة وامتد الى الخارج امتدادا عشوائيا على الارض الزراعية دون توجيه او تخطيط ، فاختفت الحدائق وضاقت الشوارع وانقطعت المياه ، وطفحت المجارى وانتشرت البرك والمستنقعات ، وزادت حدة النقل والمرور والضوضاء ، وتلوث الهواء والماء ، وتدهورت الاخلاق واصبحت الحياة صعبة .

ويرجع اسباب هذا التدهور لعدة اسباب أهمها سوء الادارة والتخطيط وزيادة السكان بمعدلات تفوق معدلات التوسع العمرانى فالقاهرة تنمو سنويا بمعدل ٣٥٠ الف نسمة.

وموضوع هذا البحث كفاءة ادارة المدن الكبرى وبالذات القاهرة عاصمة الدولة .

كانت مصر قبل صدور قانون الادارة المحلية ١٢٤ لسنة ١٩٦٠ مقسمة الى مدن كبرى (محافظات القاهرة والاسكندرية ودمياط والسويس والاسماعيلية) ـ ومديريات (وهى المحافظات الريفية) ومناطق حدود (وهى المحافظات الصحراوية) .

وكان يشرف على المديريات مجالس مديريات ـ وعلى المدن مجالس بلدية :

يختص مجلس المديرية بشؤن اهالى المديرية من تعليم الزامى وصحة وزراعة ورى ونقل .. ولكنه لا يختص بشؤن العمران حيث يختص بها المجلس البلدى .

وانشىء أول مجلس بلدى فى مصر عام ١٨٩٠ بمدينة الاسكندرية ، يختص بميزانية البلدية وتحصيل العوائد وتحسين رونق المدينة وادارة مرافقها العامة والمستشفيات والصحة العامة ورعاية الفقراء والتكايا والانشاء والتعمير وسائر الامور العادية كالفنادق والنوادى والمقاهى ، والجبانات والمسارح والملاعب .

ثم توالى انشاء المجالس البلدية (المحلية والمحلية المختلطة) فى عواصم المديريات وبعض المدن ـ كالمنصورة والفيوم والزقازيق وطنطا ودمنهور وبنى سويف والمحلة والمنيا وميت غمر وزفتى وكفر الزيات وبنها ..

وفى عام ١٩٤٤ صدر قانون ١٤٥ الخاص بنظام المجالس البلدية والقروية الذى قضى على الانظمة القديمة (مجلس بلدى ـ مجلس محلى ـ مجلس محلى مختلط) واقام التنوع بين المجالس البلدية والقروية على اساس التفاوت فى الظروف العمرانية ـ واستثنى من تطبيق احكام هذا القانون بلدية الاسكندرية وما ينشأ على غرارها بقوانين خاصة ـ فالقاهرة وبورسعيد انشىء لكل منهما مجلس بلدى بموجب قانون خاص عام ١٩٤٩ ، ١٩٥٠ على التوالى .

من هذا يتضح ان المدينة كان يشرف عليها مجلس بلدى اما المساحة الأكبر وهى المديرية فكان يشرف عليها مجلس مديرية .

القانون ١٢٤ لسنة ١٩٦٠

وفى عام ١٩٦٠ صدر القانون رقم ١٢٤ الخاص بالادارة المحية الذى الغى التقسيمات الادارية السابقة (محافظة / مديرية / مناطق حدود) ووحدها تحت مسمى واحد وهى كلمة محافظة .

كما الغى جميع المجالس المحلية السابقة (مجالس المديريات والمجالس البلدية) واخضعها جميعا لتشريع موحد يرسم دور كل مجلس :

وقسمت مصر بموجب هذا القانون الى ثلاث مستويات :

محافظة ـ مدينة ـ قرية ، يمثل المحافظة مجلس محافظة ، والمدينة مجلس مدينة ، والقرية او مجموعة من القرى المجاورة مجلس قروى ، يشكل المجلس على اى مستوى من أعضاء منتخبين ، وأعضاء مختارين من

الاتحاد القومى ، وأعضاء معينيين بحكم وظائفهم .

وعهد القانون الى هذه المجالس باختصاصات كبيرة وكثيرة فى مجال التربية والتعليم والصحة والشئون البلدية والقروية والشئون الاجتماعية والتموين والمواصلات والثقافة وغيرها ..

وأصبح مجلس المدينة مثلا يتكون من عدة ادارات : تعليم وصحة وهندسة وشئون اجتماعية ....

واصبحت الشئون الهندسية من تخطيط وتنظيم ونظافة ومياه وصرف صحى واسكان وكهرباء أقساما فرعية فى الادارة الهندسية ، التى أصبحت بدورها ادارة من الادارات التى يتكون منها مجلس المدينة ــ بعد أن كان لها فى الماضى مجلس بلدى خاصا بها له شخصية اعتبارية .

وترتب على ذلك أن ضاعت شئون العمران فى زحمة المشاكل التى يواجهها رئيس مجلس المدينة يوميا من تموين وتنظيم أسرة ورعاية أمومة ....

ولم يقف الأمر عند هذا الحد بل صدر عام ١٩٧١ قانون جديد غير اسم الادارة المحلية الى الحكم المحلى ــ وانشأ مجلسين على كل مستوى (مجلس شعبى له رئيس ومجلس تنفيذى) وانشأ مستوين جديدين : حى ومركز ، وتغير هذا القانون أكثر من مرة كان آخرها قانون الحكم المحلى لسنة ١٩٧٩ .

محافظة القاهرة :

طبقا لقانون الحكم المحلى أصبح لمحافظة القاهرة مجلس شعبى برياسة رئيس منتخب من بين أعضاءه ومجلس تنفيذى برياسة المحافظ ، وكان للقاهرة طوال فترات الادارة المحلية مجلس واحد يتكون من أعضاء منتخبين وعدد محدود من الأعضاء المعينين بحكم وظائفهم .

*** الحى**

ــ انشىء بالمحافظة عدد من الاحياء وصل عددها ١٢ والاتجاه السائد هو المزيد من الاحياء بدعوى زيادة الكثافة السكانية ، والحى له شخصية اعتبارية وله مجلس شعبى ورئيس يترأس مجموعة من المهندسين يعملون فى مجال تراخيص البناء واشغال الطرق والاعلانات ورخص المحلات التجارية وتشغيل شبكات المياه والصرف الصحى . رئيس الحى غالبا غير مهندس ــ وعمله الأساسى الاشراف على شئون المرافق .

*** المديريات**

المديريات من تعليم ــ وصحة ــ وشئون اجتماعية .... تشرف على وحدات الخدمة التابعة لها فى نطاق المحافظة سواء بنفسها أو بفروع لها ...

مديرية التعليم مثلا تشرف على المدارس بكافة أنواعها ومستوياتها الواقعة فى دائرة المحافظة ..

مديرية الصحة تشرف على المستشفيات والمؤسسات الطبية فى نطاق المحافظة اختصاصات هاتين المديرتين واضحة وصريحة ــ معقولة ومقبولة . اما مديرية الاسكان فاختصاصاتها غير واضحة ومتداخلة مع وحدات الخدمة المحلية المفروض أن تكون تابعة لها .

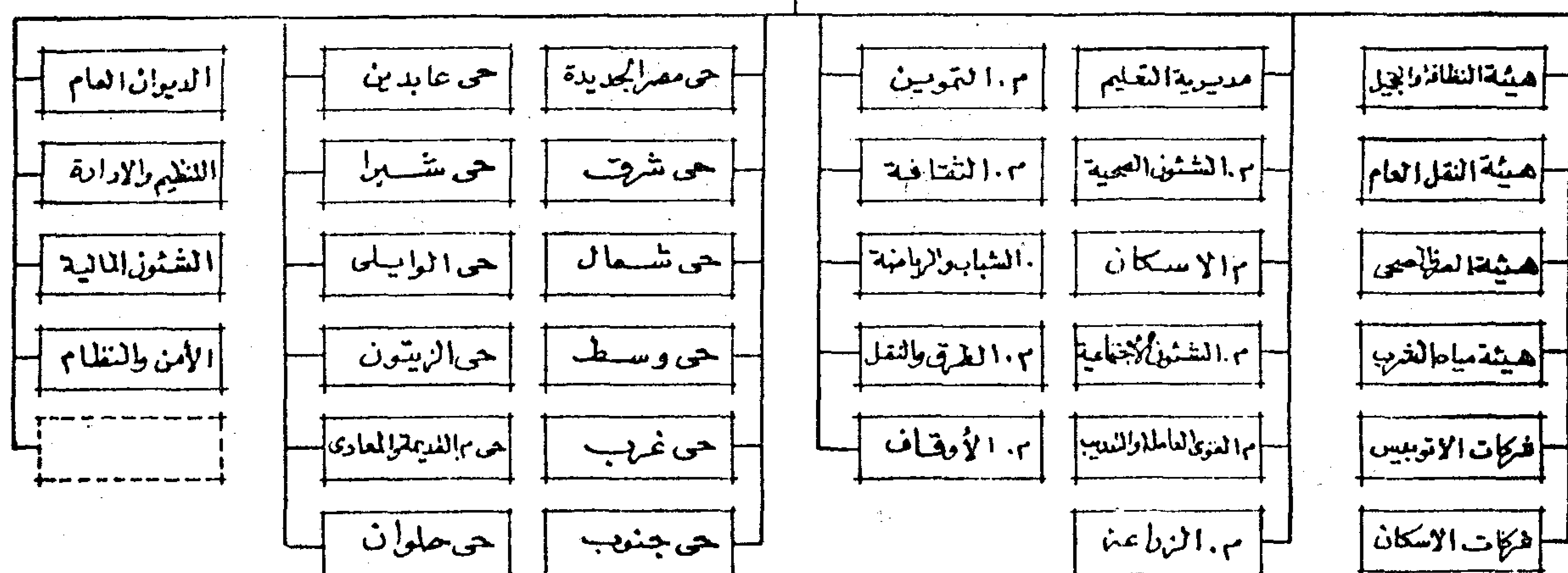
والحقيقة ان المديرية ليس لها اشراف مثل باقى المديريات على وحدات الخدمة المحلية ــ فاعمال المرافق العامة من صرف تراخيص بناء واشغالات وشبكات مياه ومجارى لا تشرف عليها مديرية الاسكان لأنها تتبع الحى ــ والحى له شخصية اعتبارية ــ ولو فرض مثلا والغيت مديرية الاسكان فلن يحدث خلل فى تشغيل ادارات الأجهزة المحلية المرفقية .

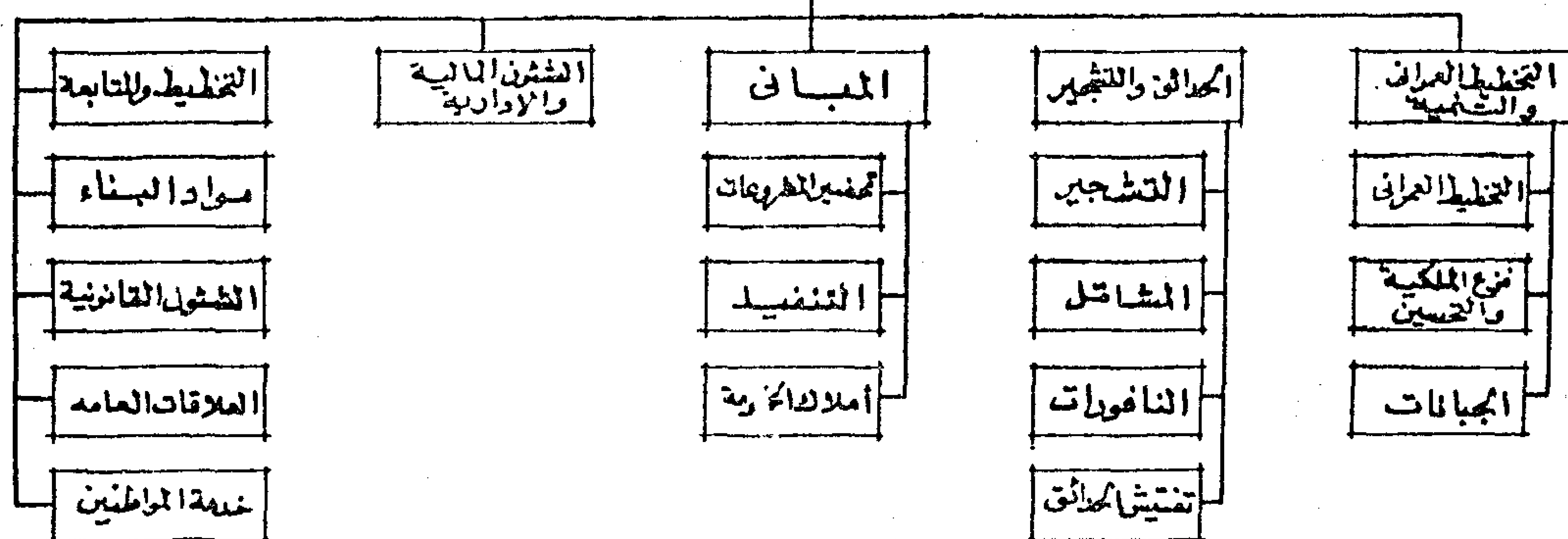
*** الهيئات**

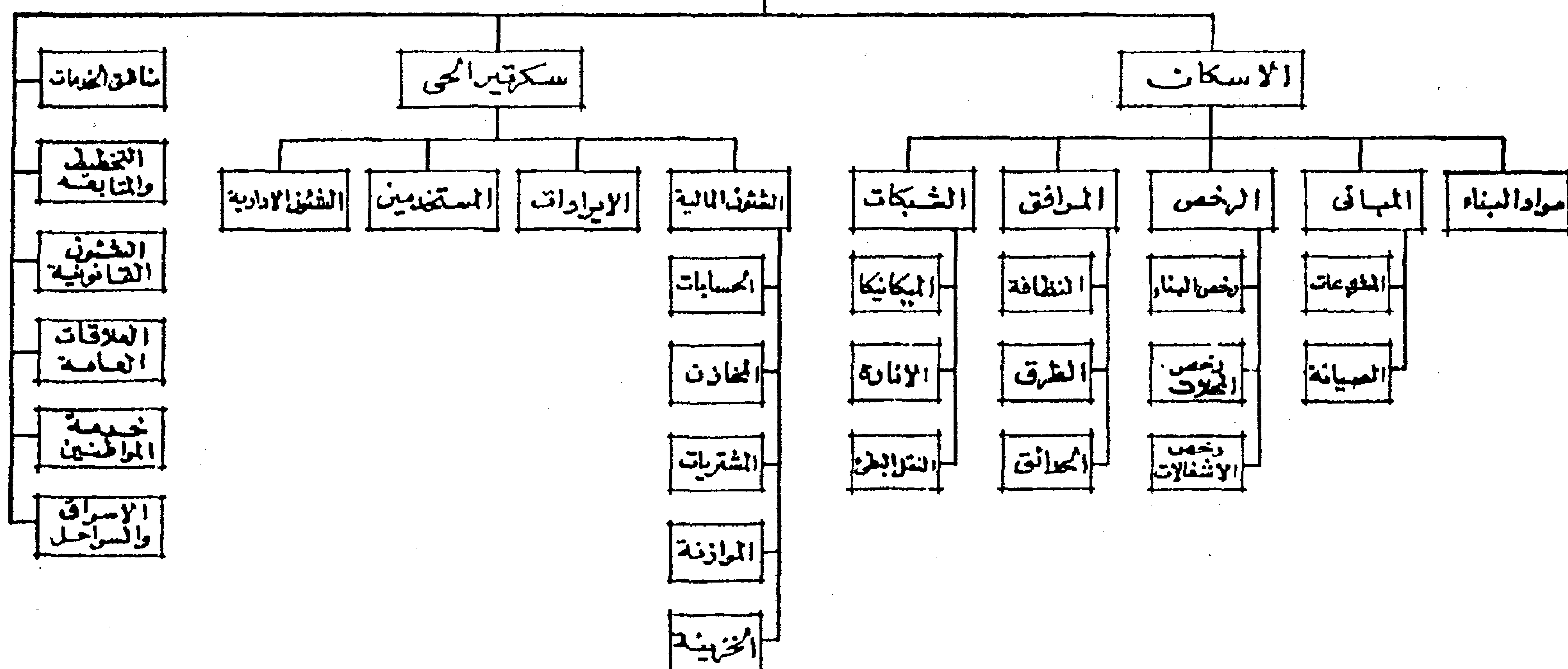
اللامركزية الادارية نوعان ــ اقليمية وهو ما يطلق عليه الادارة المحلية (أو الحكم المحلى) ومرفقيه وهو ما يطلق عليه هيئة عامة ... واساس الادارة المحلية وجود مصالح متميزة عن المصالح القومية يعهد بالاشراف عليها مجلس منتخب من ابناء الاقليم ، اما اللامركزية المرفقية (الهيئة العامة) فتختلف عن الادارة المحلية فى عدم الانتخاب ، حيث أن الانتخاب فى الهيئة العامة لا يقوم بذات الغرض الجوهرى فى تشكيل مجلس الادارة الذى يتولى ادارة الهيئة ، حيث ان مجلس الادارة فى الهيئة يقوم على أساس التخصص الفنى لتوفير الأداء الحسن فيما يقدمه من خدمات .

ويوجد فى القاهرة ٤ هيئات نقل ونظافة ومياه شرب وصرف صحى تعمل كل هيئة منفصلة عن الأخرى وعن باقى الأقسام الأخرى

محافظة القاهرة
الهيكل التنظيمي
للمحافظة ومديرية الإسكان والحي







١٩٨٠

شكل رقم (١)

المختصة بشئون العمران ـ وهذه الانشطة هى أساس الحكم المحلى منذ فجر التاريخ ، آن الأوان أن تضم كل هذه الهيئات مع غيرها من الأجهزة الأخرى التى تعمل فى مجال العمران ـ تضم جميعها فى كيان واحد ويكون لها رئيس (مايسترو) ينسق بينها فى تكامل وتناسق .

*** الشركات**

توجد ٤ شركات للاسكان ـ مصر الجديدة ومدينة نصر ـ والمعادى والمقطم (شركة النصر للاسكان والتعمير) ـ ضمت أخيرا الى محافظة القاهرة ولكن لا تتبع المجلس الشعبى .

تعمل هذه الشركات فى شئون العمران .

*** الخلاصة**

١ ـ تكمن مشكلة القاهرة فى امتداد مرافقها خارج حدودها الى الجيزة وشبرا الخيمة ـ وجاءت أحداث الأمن المركزى الاخيرة يومى ٢٥ ، ٢٦ فبراير ١٩٨٦ لتؤكد على ضرورة وجود كيان واحد للكتلة الحضرية للقاهرة الكبرى ، حيث كانت البيانات الخاصة بحظر التجول وغيرها لا تفرق بين القاهرة ومدينتى الجيزة وشبرا الخيمة بل كانت تشمل الكتلة الحضرية للقاهرة الكبرى ، آن الأوان لدراسة ضم هذه الكتلة فى كيان واحد تحت محافظة واحدة تسمى القاهرة الكبرى تشمل :

ـ محافظة القاهرة .
ـ مدينة الجيزة .
ـ مدينة شبرا الخيمة .

٢ ـ فى حالة الموافقة على مبدأ ضم المدن الثلاث فى محافظة واحدة يدرس امكانية تعديل الحدود الادارية لهذه المحافظة وتقسيم بعض التجمعات الموجودة داخل هذه المدن لتصبح مدنا مستقلة داخل المحافظة الجديدة ، ومن امثلة ذلك :

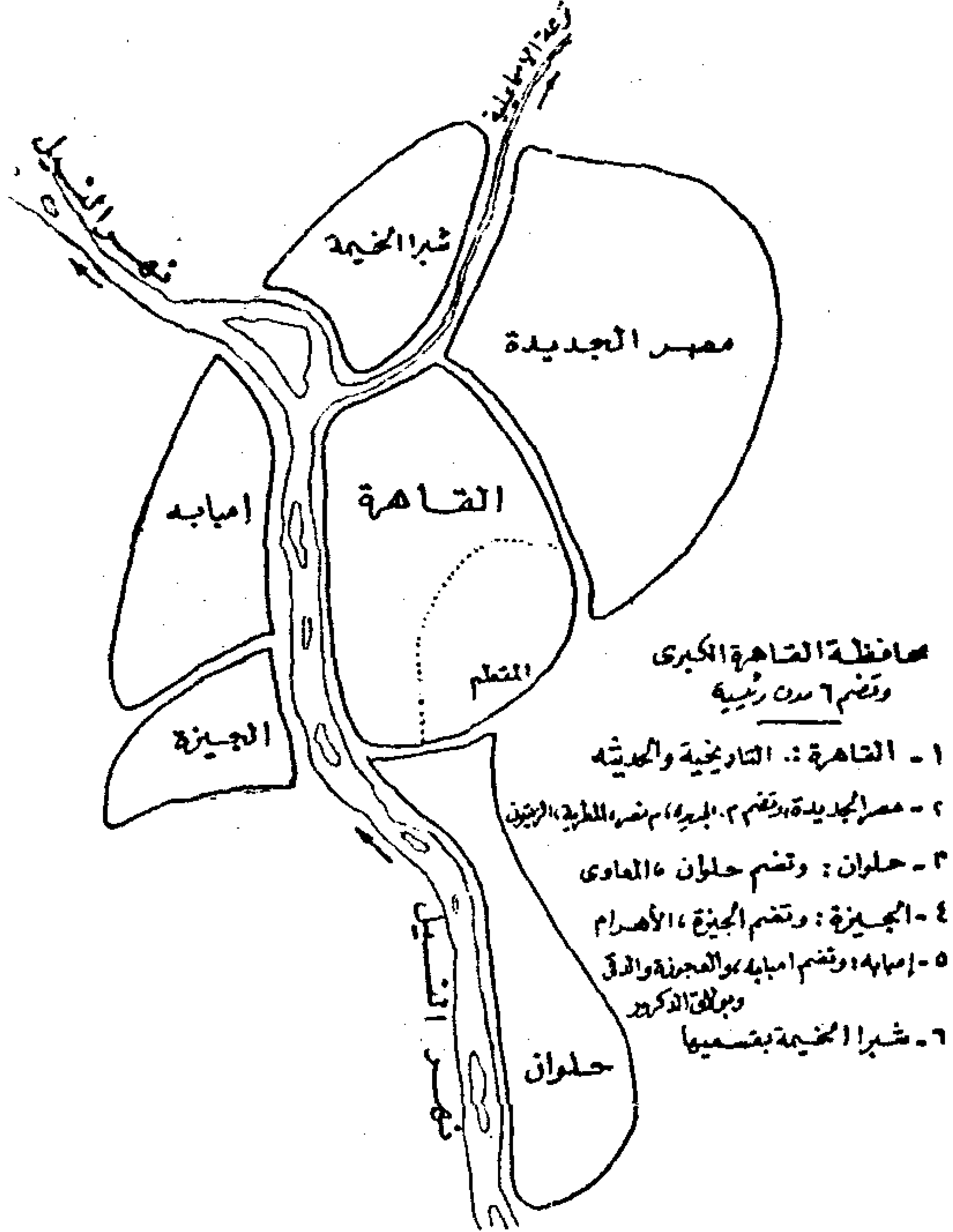
ـ فصل مدينة المعادى وحلوان عن القاهرة لتصبح مدينة جديدة .

ـ فصل المطرية ومصر الجديدة ومدينة نصر عن القاهرة لتصبح مدينة جديدة .

ـ فصل امبابة وبولاق الدكرور عن الجيزة لتصبح مدينة جديدة .

ـ ضم العجوزة والدقى لمدينة القاهرة .

ويوضح شكل رقم (٢) هذا التقسيم



شكل رقم (٢)

٣ ـ يكون الحد الادارى لهذه المحافظة هو الطريق الدائرى الجارى تنفيذه حاليا والذى يحيط بالكتلة العمرانية للقاهرة الكبرى (القاهرة ومدينتى الجيزة شبرا الخيمة) .

٤ ـ **الحزام الاخضر** : يكون لمحافظة القاهرة الكبرى منطقة خارج حدودها يمنع انتشار العمران فيها ـ تسمى بالحزام الأخضر ـ يمنع فى هذا الحزام العمران ويمنع امتداد القاهرة خارجه ويكون رئه لها ، والتجمعات الموجودة فى هذا الحزام فى الوقت الحاضر من مدن أخرى يسمح بنموها داخل حدودها فقط ولا يسمح بامتدادها خارج كردوناتها .

ويشمل هذا الحزام الذى يحيط بالقاهرة الكبرى قرى ومراكز البدرشين والصف بمحافظة الجيزة ـ وقرى ومراكز شبين القناطر وقليوب والقناطر الخيرية .

٥ ـ يشكل لمحافظة القاهرة الكبرى مجلس محافظة يتكون من أعضاء غالبيتهم منتخبة انتخابا حرا مباشرا واقلية معينة بحكم وظائفها ويكون للمحافظة حاكم يسمى محافظ او عمدة .

ويختص المجلس بالاشراف على المدن الواقعة داخل نطاق المحافظة .

٦ – يكون لكل مدينة داخل هذه المحافظة شخصية اعتبارية ويشكل لها مجلس بلدى يتكون من أعضاء منتخبين وعدد محدود بحكم وظائفهم ويترأس المجلس المحافظ (أو العمدة) – ويختص هذا المجلس بشئون العمران فى داخل كردون المدينة .

٧ – يعين لكل بلدية مدير يكون مسئولا عن شئون العمران من مياه وصرف صحى واسكان وتنظيم وتخطيط وحدائق .. ويكون مسئولا عن تنظيم وادارة هذه المرافق الموجودة داخل كردون المدينة أمام المحافظ .

٨ – فى حالة بقاء الأمر على أساس الوضع الحالى تجمع كل الهيئات والادارات والجهات التى تعمل فى مجال العمران (المرافق والاسكان) مثل :

– هيئات الصرف الصحى ومياه الشرب والنقل والنظافة .

– الاحياء .

– مديرية الاسكان .

– شركات الاسكان .

– شركات الاتوبيس .

تجمع كل هذه الهيئات فى كيان واحد (بلدية) يكون قادرا على تأدية هذه الخدمات بشكل متكامل متناسق ، ويكون لهذه البلدية مدير يعينه المحافظ – يكون مسئولا عن كل هذه الأنشطة أمام المحافظ .

٩ – اصدار قانون خاص لمدينة القاهرة لادارة مؤسساتها الهندسية المختلفة من صرف صحى ومياه شرب ورصف شوارع ومترو الانفاق ونقل عام وغيرها من الادارات الهندسية الأخرى التى لا تقارن أحجامها بأى ادارة أخرى فى مدن مصر .

تطور تعليم الهندسة فى مصر (*)

الجزء الثانى

محمد الهامى الكردانى

وفى ١٣ يونيه سنة ١٨٩٢ صدر قرار من مجلس النظار موقع عليه من المرحوم محمد زكى باشا ناظر المعارف بتعديل نظام الدراسة وبمقتضاه ألغيت السنة التحضيرية وأعيد قسم العمارة وجعلت مدة الدراسة ٣٦ أسبوعا فى العام لتلاميذ السنتين الأولى والثانية اما السنة الثالثة ٢٨ أسبوعا والسنة الرابعة ٢٤ أسبوعا . وفى ٣٠ أغسطس سنة ١٨٩٤ صدر قرار من ناظر المعارف المرحوم فخرى باشا بالجداول التفصيلية تفسيرا لقرار سنة ٩٢ والى حضراتكم مثال عن تطبيق هذا القرار .

مثال عن حالة المدرسة سنة ٨٩٥ ـ ٨٩٦ :

السنة الأولى ـ جبر وحساب مثلثات وهندسة ، كيمياء ، ميكانيكا ، هندسة وصفية ، حساب ، جيولوجيا ، طبيعة ، قسموغرافيا .

السنة الثانية ـ طبيعة ، ميكانيكا ، هندسة وصفية ، هندسة تحليلية ، طبوغرافيا ، انشاء مبانى ، مواد وأدوات البناء ، ايدروستاتيك ، مقاومة مواد .

السنة الثالثة مهندسين ـ مواد وأدوات البناء ، مقاومة مواد ، أعضاء آلات ، أشغال صناعية ، ايدروليك ، انشاء مبانى .

السنة الرابعة معماريين ـ أشغال صناعية ، عمارة ، انشاء مبانى .

السنة الرابعة مهندسين ـ اشغال صناعية ، رى وملاحة ، انشاء مبانى ، طرق وسكة حديد ، ايدروليك ، آلات بخارية .

والمجموع الكلى للتلامذة هذا العام هو ١٧ تلميذا منهم ١٠ بالسنة الأولى وتلميذان بكل من السنة الثانية والسنة الثالثة مهندسين والسنة الرابعة مهندسين وتلميذ واحد بالسنة الرابعة معماريين . وأكثر هؤلاء التلامذة كانوا يتناولون مرتبات جنيهين أو جنيها واحدا شهريا والباقى كانوا مجانا . والمدرسون لهؤلاء ال ١٧ كانوا ١٢ مدرسا بمافيهم الناظر والوكيل !

وكانت تعقد فى هذه السنة امتحانات جزئية كل ١٥ يوما وكل ٣ اشهر وتكون الدرجة فى الامتحانات النهائية هى متوسط درجة الامتحان النهائى وجميع هذه الامتحانات .

نتائج الامتحانات :

وبمناسبة الكلام على الامتحانات أقول ان النتائج كانت تعين بواسطة درجات تختلف من صفر الى عشرين ويكون ترتيبها على الوجه الآتى : (١)

٢٠	فائق
١٨ ، ١٩	أعلا
١٥ ، ١٦ ، ١٧	عال
١٢ ، ١٣ ، ١٤	موفق
٩ ، ١٠ ، ١١	وسط
٥ ، ٦ ، ٧ ، ٨	دون
١ ، ٢ ، ٣ ، ٤	ادنى
صفر	عدم

وكانت هذه الدرجات يعبر عنها قبل سنة ١٨٩١ بأعلا وعال ومناسب ووسط ودون وأدنى (٢) .

وفى سنة ١٨٩٦ انتدبت الحكومة جناب المستر فولر لفحص مدرستى المهندسخانة والزراعة فقدم تقريره عن المدرستين فى ١٤ أبريل سنة ١٨٩٦ وقدم ملحقات للتقرير فى ٦ مايو ونظر فى الجمع بين ادارة المدرستين .

وفى ٨ يوليه سنة ١٩٠٠ صدر قرار موقع عليه من فخرى باشا ناظر المعارف (٣) يقضى

(*) محاضرة ألقيت بجمعية المهندسين الملكية المصرية بتاريخ ٢٠ فبراير ١٩٤١ .

(١) البند ٩٢ من القانون الداخلى للمدارس الصادر فى ٧ سبتمبر سنة ١٨٩١ .

(٢) كان يعبر عن هذه الدرجة قبل ذلك « بدون الدون »

(٣) وذلك بعد أن أقرته اللجنة العلمية الادارية وأقره مجلس المعارف الاعلى ومجلس النظار .

بحذف قسم العمارة من جديد اى الغاء التخصص وجعل المدرسة قسما واحدا وبأن « يتمرن طلبة (١) السنة الثالثة مدة ٣ أسابيع لعمل مساحة قطعة ارض وتبيض رسمها ، و٤ اسابيع تقرر لزيارة الأعمال ورسمها رسما اوليا مع وضع الأبعاد حتى يمكن رسمها نهائيا فى المدرسة ، وفى السنة الرابعة يشتغل الطلبة ٨ اسابيع لعمل مساحة قطعة ارض وتبيض رسمها وعمل مشروع طريق او سكة حديدية او اعمال رى وفى ٤ أسابيع أخرى لزيارة الأعمال المهمة فى القطر واخذ رسمها (اى يقومون بعمل رحلات مدرسية) واسبوع واحد لتقدير ما يصرف من مياه الترع . وجميع المشروعات تكون مؤيدة برسومات مفصلة مع بيان المقادير » .

وفى ١٧ يونية سنة ١٩٠٢ صدر قرار جديد بادخال بعض تعديلات طفيفة على المنهج السابق ينصب أغلبها على مدة التمرين لطلبتى السنة الثالثة والرابعة ونص فى هذا القرار على ان تكون المصروفات ١٥ جنيها فى السنة .

وفى ٩ يولية سنة ١٩٠٤ صدر قرار جديد يقضى بأن « يلحق طلبة السنة الرابعة مؤقتا بنظارة الاشغال العمومية لاتمام معلوماتهم العملية ويكونون فى هذه المدة تحت ادارة رؤساء المصالح .

وفى ١٧ مايو سنة ١٩٠٦ أدخلت تعديلات جديدة ثانوية على المواد وتقرر ان يلحق طلبة كل من السنتين الثالثة والرابعة بنظارة الأشغال أما التمرين لهؤلاء الطلبة فيكون طبقا لقرار سنة ١٩٠٢ .

والمواد التى كانت تدرس فى العام الدراسى ١٩٠١ – ١٩٠٢ (٢) طبقا لقرار سنة ١٩٠٠ هى :

السنة الأولى — حساب وجبر وتقدير سطوح واحجام وهندسة وحساب مثلثات ، هندسة وصفية ، ميكانيكا نظرية ، طبيعة ، رسم ، مساحة عملية ، لغة انجليزية .

السنة الثانية — هندسة وصفية ، ميكانيكا نظرية ، طبيعة ، هندسة تحليلية وحسابى التفاضل والتكامل ، رسم ، مساحة عملية ، مقاومة مواد ، ايدروستاتيك ، مواد وأدوات البناء ، انشاء مبانى ، لغة انجليزية .

السنة الثالثة — رسم ، مقاومة مواد ، ايدروليكا ، أعضاء آلات ، زراعة ، مواد وأدوات البناء ، انشاء مبانى ، أشغال صناعية ، طرق وسكة حديد ، مسائل عمومية ، أعمال خارجية .

السنة الرابعة — مسائل عمومية ، مواد وادوات البناء ، انشاء مبانى ، طرق وسكة حديد ، رسم ، ايدروليكا ، آلات بخارية ، اشغال صناعية ، تصميم أشغال ، رى وملاحة ، اعمال خارجية .

وفى السنين التالية لغاية السنة الدراسية ١٩٠٨ – ١٩٠٩ كانت التعديلات التى ادخلت على المواد بمقتضى القرارات السابقة — طفيفة لا تستحق الذكر مثل حذف الانجليزى واضافة الجيولوجيا الى كل من السنتين الأولى والثانية واضافة الكهرباء الى كل من سنة ثانية وثالثة ورابعة .

وفى ٢٣ يولية سنة ١٩٠٨ صدر قرار بادخال تعديلات جوهرية فأعيد قسم العمارة مرة أخرى وجعل التخصص من السنة الثالثة والتمرين ٩ أسابيع فى السنة لطلبة السنة الثالثة و ١٢ اسبوعا لطلبة السنة الرابعة وفى أثناء المسامحة يلحق طلبة السنة الرابعة مؤقتا بنظارة الاشغال .

والمواد التى تدرس طبقا لهذا القرار هى :

السنة الأولى — طبيعة ، جيولوجيا ، مساحة ، رسم ، ورش ، هندسة وصفية ، رياضة ١ ، رياضة ٢ ، ميكانيكا .

السنة الثانية — مساحة ، رسم ، ورش ، هندسة وصفية ، رياضة ، ميكانيكا ، مقاومة مواد ، كهرباء ، انشاء مبانى .

السنة الثالثة رى — رياضة ، ميكانيكا ، مقاومة مواد ، كهرباء ، متانة المبانى ، زراعة ، طرق وسكة حديد ، هندسة الانشاءات المعدنية ، هندسة انشاءات المبانى ، ايدروليكا ، رى وتصميمات رى ورسم .

السنة الثالثة عمارة — رياضة ، ميكانيكا ، مقاومة مواد ، كهرباء ، انشاء مبانى ، متانة المبانى ، طرق وسكة حديد ، هندسة الانشاءات المعدنية ، عمارة وتصميمات عمارة ورسم .

السنة الرابعة رى — رى ، تصميمات رى ، ورسم ، هندسة الانشاءات المعدنية ، هندسة انشاءات المبانى ، ايدروليكا ، أشغال عملية ، كهرباء ، آلات بخارية .

---

(١) لاول مرة يرد ذكر « طلبة » بدلا من « تلامذة » فى قرار رسمى .

(٢) كان الاول فى دبلوم هذا العام عبد الحميد سليمان باشا والثانى محرم بك . وكانت الامتحانات تحريرية وشفوية وكان لا يزال من بين التلامذة من يتناولون مرتبات والباقى كان بعضهم مجانا والبعض يدفعون مصروفات .

السنة الرابعة عمارة – كهرباء ، انشاء مبانى ، عمارة ، تصميمات ورسم عمارة ، مبانى ، هندسة التنظيم ، كميات ومقايسات ومواصفات ، أشغال عملية .

وفى ١١ سبتمبر سنة ١٩١٦ صدر قانون(١) بتعديل نظام « مدرسة الهندسة السلطانية » قضى بتقسيم الدراسة بها خمسة أقسام : الرى والهندسة المدنية – العمارة – هندسة البلديات – الهندسة الآلية (الميكانيكا) الهندسة الكهربائية ، ويجعل التخصص من السنة الثالثة، كما قضى بادخال تعديلات جوهرية على مواد الدراسة وفيما يتعلق بالمدد التى يقضيها طلبة السنتين الثالثة والرابعة من كل قسم فى زيارة ومشاهدة الاعمال الهندسية وفى القيام بأخذ مساحات وتحضير مشروع لطريق أو سكة حديد أو رى أو بناء أو مواصفات عن تركيب آلة أو محرك كهربائى حسب القسم – وفيما يتعلق ايضا بالزام طلبة السنتين الثانية والثالثة بالتمرين أثناء العطلة الصفية . وقضى القانون بأن يكون **تدريس جميع المواد باللغة الانجليزية الى أن يقرر مجلس الوزراء غير ذلك** ما عدا مادتى الرياضيات البحتة والزراعة فتدرسان باللغة العربية (٢) .

وفى صيف سنة ١٩٢٥ انتدب المسيو بوترا Potterate (٣) لتنظيم المدرسة فقدم تقريرا ضمنه نظاما جديدا صدر به مرسوم بقانون (فى غيبة البرلمان) فى ١٠ مايو سنة ١٩٢٦ قضى بتقسيم الدراسة بالمدرسة الى أربعة أقسام : الهندسة المدنية ، العمارة ، الهندسة الميكانيكية، الكيمياء الصناعية . ويتفرع القسم الميكانيكى الى فرعين : ميكانيكا وكهرباء . ولطلبة السنة الرابعة مدنى أن يختاروا التخصص فى أحد الفروع الآتية وهى : الطبوغرافيا ، السكك الحديدية ، الكبارى ، الرى الاشغال البحرية ، تغذية المدن بالمياه والاعمال الصحية فيها ، أو يقومون بعمل مشروع فى هذا الفرع لتقديمه فى امتحان الدبلوم . وقضى مرسوم القانون فوق ذلك بتأجيل انشاء قسم الكيمياء الصناعية ، وبأن يمضى الحاصلون على البكالوريا سنة بالقسم التحضيرى بالمدرسة قبل ان يلحقوا بالسنة الأولى اذا لم ينجحوا فى امتحان قبول يعقد خصيصا لهذا الغرض عند بدء الدراسة ، وقضى ايضا بالغاء قانون سنة ١٩٢٣ الذى شكل بمقتضاه مجلس لادارة المدرسة . وصدر فى نفس التاريخ مرسوم باللائحة التنفيذية .

وفى ٢٢ يولية سنة ١٩٢٧ صدر قانون جديد شامل لاحكام المرسوم بقانون سنة ١٩٢٦ ومرسوم اللائحة التنفيذية مع تعديلات قضت بالغاء امتحان القبول والسنة التحضيرية وبعمل ملاحق للراسبين ، وقضت باعادة تشكيل مجلس المدرسة من ٨ أعضاء ، وتقرير نظام الحصول على دبلوم الامتياز ، وجعل اللغة العربية هى لغة التعليم مع جواز استعمال اللغات الاجنبية فى أحوال استثنائية (٤) .

وفى سنة ١٩٣٠ صدر القانون رقم ٢٩ بتعديل المواد ٤ ، ٥ ، ١٩ من قانون سنة ١٩٢٧ وهذه التعديلات تقضى بانشاء السنة الاعدادية (٥) وجعل مجلس الادارة مكونا من ٩ أعضاء . وهذا القانون هو الذى استمر معمولا به الى سنة ١٩٣٨ مع تعديلات طفيفة ، من بينها تقرير الامتحانات الشفوية ، قضى بها مرسوم القانون رقم ٥٠ لسنة ١٩٣٢ وقضى بها مرسوم القانون رقم ٩١ لسنة ١٩٣٥ الذى ادمجت بمقتضاه المدرسة بالجامعة وأصبحت احدى كلياتها .

وفى ١٠ سبتمبر سنة ١٩٣٨ صدر القانون رقم ٨٠ بوضع اللائحة الأساسية لكلية الهندسة قسمت بمقتضاه الدراسة الى أربعة أقسام : قسم الهندسة المدنية ، قسم العمارة ، قسم الهندسة الميكانيكية ، قسم الهندسة الكهربائية ونص فى هذه المادة على أنه « يجوز انشاء أقسام اخرى أو فروع للأقسام بمرسوم بناء على طلب مجلس الكلية وموافقة مجلس الجامعة . » . وأصبحت الشهادة التى تمنحها الكلية للطالب الذى يتم دراسته بنجاح هى درجة « بكالوريوس » فى أى قسم من الأقسام السابقة مع جواز انشاء درجات أخرى ودبلومات

(١) بناء على مرسوم سلطانى نمرة ٣٣ لسنة ١٩١٦ طبقا لما قرره مجلس المعارف الاعلى فى ١٨ يوليه وبعد موافقة مجلس الوزراء بجلسة ٢٣ أغسطس من تلك السنة وكان وزير المعارف عدلى يكن باشا ورئيس الوزراء حسين رشدى باشا .

(٢) لا أظن أن المجال يسمح بتفصيل ما جاء بهذا القانون أو ذكر البرامج فضلا عما فى هذا من اطالة فان هذا القانون وغيره من القوانين التى صدرت بعد انقضاء ٥٠ عاما على افتتاح الدراسة بالمدرسة هى قوانين قريبة العهد ويمكن لذلك تسميتها بالقوانين الحديثة .

(٣) كان أستاذ العمارة بمدرسة الهندسة العليا بزيوريخ بسويسرا .

(٤) وان كان العكس هو الذى لا يزال متبعا الى الآن .

(٥) وكانت قد ألحقت بالمدرسة فعلا ابتداء من سنة ١٩٢٩ .

بمرسوم (١) . وحدد القانون مدة الدراسة للحصول على احدى الدرجات السابقة بأربع سنوات تسبقها سنة اعدادية . وبعد ان ذكر القانون المواد التى تدرس فى هذه السنين خول لمجلس الجامعة الحق فى اضافة أية مادة أخرى اليها بناء على طلب مجلس الكلية . وفى ١٨ يولية سنة ١٩٣٩ صدر المرسوم الملكى باعتماد اللائحة الداخلية للكلية وتتناول شروط قبول الطلبة ورسوم القيد وتوزيع المواد الدراسية فى سنى الدراسة والمواظبة والامتحانات والدرجات المخصصة ونسبة النجاح الخ وهى كلها الأنظمة الحالية المعروفة .

٤ ـ مجلس الادارة

قد يكون من المفيد أن أذكر كلمة موجزة عن الأدوار التى مر بها مجلس ادارة المدرسة ، فقد شكل هذا المجلس كما قدمت بمقتضى القانون رقم ٤٣ لسنة ١٩٢٣ للاشراف على التعليم بالمدرسة ونص فى القانون على أن يشكل المجلس من خمسة أعضاء .

فلما انتدب مسيو بوترا لتنظيم المدرسة فى سنة ١٩٢٥ كان الغاء مجلس الادارة من بين التعديلات التى اقترحها لأنه يرى ، كما سأبينه فيما يلى ، أن أمثال هذه المجالس مضرة بسير التعليم الفنى . وفعلا صدر مرسوم القانون فى ١٠ مايو سنة ١٩٢٦ بالنظام الجديد الذى اقترحه مسيو بوترا وقد نص فى المادة ١٤ منه على أن « يلغى القانون رقم ٤٣ لسنة ١٩٢٣ الشامل لانشاء مجلس ادارة لمدرسة الهندسة » .

وفى ٢٤ يوليه سنة ١٩٢٦ قدم معالى محمد شفيق باشا اقتراحا الى مجلس الشيوخ بمشروع قانون بانشاء مجلس لادارة المدرسة « يشكل من المدير العام للسكك الحديدية رئيسا ومن ناظر المدرسة واثنين من أساتذتها (تنتخبهما جمعيتهم المنعقدة تحت رياسة الناظر) ومن مفتش عموم رى الوجه البحرى والمديرين العموميين لأقسام المبانى والتنظيم والمجارى والميكانيكا ورئيس قسم الكهرباء بوزارة الأشغال والمدير العام للطرق والكبارى وكبير مهندسى مصلحة الموانى والفنارات والمدير العام للبلديات بوزارة الداخلية » (٢) . ونظر هذا الاقتراح فى جلسة ١٩٢٦/١٢/١٣ وأحيل على لجنة المعارف التى قدمت تقريرها عنه للمجلس بجلسته المنعقدة فى ١٩٢٧/٢/٢١ فقام الأستاذ محمود أبو النصر بك يعارض الاقتراح من الوجهة الشكلية مقترحا ارجاء النظر فى المشروع حتى ينتهى مجلس النواب من بحث قانون ١٠ مايو سنة ١٩٢٦ المعروض عليه (٢) وقال فى ختام كلامه « على أننى أرى انه لا محل للاستعجال مطلقا لأن قانون مايو ١٩٢٦ ، ولو أنه الغى مجلس ادارة مدرسة الهندسة ، فقد صدر كما أعلم ويعلم معى معالى شفيق باشا بعد أخذ آراء عدد عديد من جهابذة رجال الهندسة استشارهم ذلك العالم الكبير الذى ندبته الحكومة المصرية لوضع نظام للمدرسة ، وهو المسيو بوترا ، فوضعه عن بينة ، واذا كان قد فاته شيء فلا يمكن أن يكون فيه ما يقتضى الاستعجال » . وقام شفيق باشا يدافع عن وجهة نظره ولكن المجلس أخذ بالرأى المعارض وقرر « تأجيل النظر فى مشروع القانون المقدم من معالى محمد شفيق باشا حتى ينتهى مجلس النواب من النظر فى المرسوم بقانون الصادر فى ١٠ مايو سنة ١٩٢٦ » (٤) .

وعرض على مجلس النواب بجلسته المنعقدة فى ٢١ مارس سنة ١٩٢٧ تقرير لجنة المعارف عن المرسوم بقانون الصادر فى ١٠ مايو سنة ١٩٢٦ بتعديل نظام المدرسة والمرسوم الصادر فى هذا التاريخ بلائحتها التنفيذية ، وقد جاء فيه بعد الكلام على هذين المرسومين من الوجهة الدستورية : « وبناء على هذا الأساس وضعت اللجنة مشروع قانون أوردت فيه ما يتضمنه المرسوم بقانون الصادر فى ١٠ مايو سنة ١٩٢٦ والمسائل الأخرى التى وردت باللائحة التنفيذية ولا يجوز أن تصدر الا بقانون بعد أن أدخلت عليها بعض تعديلات بسيطة بالاتفاق مع وزارة المعارف اقتضت مصلحة التعليم والمتعلمين اجراءها وأهم هذه التعديلات عمل ملاحق للراسبين بشروط وقيود توضحت بمشروع القانون . ولما كانت جميع المدارس العالية لها مجالس ادارة ومن بينها مدرسة الهندسة الملكية ولكن المرسوم بقانون المعروض على اللجنة

---

(١) وفعلا صدر فى سنة ١٩٤٠ مرسوم ملكى بانشاء درجتى « ماجستير » فى الهندسة والعمارة ودرجة دكتور فى الفلسفة .

(٣) دور الانعقاد الرابع لمجلس الشيوخ ـ مضبطة الجلسة الخامسة المنعقدة فى ١٩٢٦/١٢/١٣ ص ٤٩ و٥٠ .

(٢) كان هذا القانون قد صدر به مرسوم أثناء عطلة البرلمان ولذلك تقرر عرضه عليه عند انعقاده للنظر فيه من الوجهة الدستورية .

(٤) مضبطة الجلسة العشرين من دور الانعقاد الرابع لمجلس الشيوخ ص ٣١٣ و٣١٤ .

حرم تلك المدرسة من مجلس ادارتهـا بلا مبرر معقول اذ نص فى المادة ١٤ منـه على الغائه مع أنه من أوجب الواجبات ان يكون لهذه المدرسـة مجلس ادارة يشرف عليها لضمان حسن سـير العمل ولمدها بالأرشـادات الفنية التى تنهض بالتعليم على أحدث طراز ، فقد رات اللجنة اعادة مجلس ادارتها وافردت له المـواد ١٩ و ٢٠ و ٢١ و ٢٢ من مشروع القانون » (١) .

وشرح حضرة مقرر اللجنة هذا التقرير أمام المجلس ثم قال عن مجلس الادارة مانصه :

« وقد وجدت اللجنة أن المرسـوم بقانون الصادر فى مايو سنة ١٩٢٦ قـد الغى مجلس ادارة مدرسة الهندسة فرات ان يكون للمدرسة المذكورة مجلس ادارة اسوة بالمدارس العاليـة الأخرى لما فى ذلك من تسهيل العمل فضـلا عن ان مجلس الادارة يعتبر فى الواقـع لجنـة فنية تستنير برايها وزارة المعارف العمومية . وقـد استأنست اللجنـة فى ذلك الموضـوع بالمشروع الذى كان قد وضعه معالى شفيق باشا عضـو مجلس الشيوخ » .

وبعـد ان وافق مجلس النواب فى جلسـة ١٩٢٧/٧/١٥ على مشروع القانون بعـد تعديله احيل الى مجلس الشيوخ فنظره بجلسـته المنعقدة فى ٢٨ يونية سـنة ١٩٢٧ وكان مقرر لجنة المعارف معالى شفيق باشا ، وقرر المجلس فى هذه الجلسة « الموافقـة على مشروع القانون المذكور » (٢) ثم صدر به قانون هو القانون رقم ٢١ لسنة ١٩٢٧ (٣) . وقـد خصصت المـواد ١٩ و ٢٠ و ٢١ و ٢٢ منه لمجلس الادارة ونصت المادة ١٩ على مايلى :

« يشكل مجلس ادارة لمدرسة الهندسـة الملكية من ثمانية اعضاء منهم ناظر المدرسـة واثنان من مدرسـيها وخمسـة من وزارات الأشغال والمواصلات والداخلية (قسم البلديات) أو من الخارج يعينهم وزير المعارف العموميـة لمدة ثلاث سنوات ويجوز تجديد تعيينهم كمـا يعين من بينهم رئيسـا للمجلس ، ويراعى فى انتخابهم بقدر الامكان تمثيل الفـروع الآتية : الرى ، المبانى ، الميكانيكا والكهرباء ، المجارى ، البلـديات والتنظيم ، والسـكك الحديدية ، الموانى ، والمنائر ، الطرق والكبارى . ويكـون ناظر المدرسة سكرتيرا للمجلس . وللمجلس أن يضم اليـه عنـد الحاجـة من يرى ضرورة استشارته . ولا يكون للمستشار صوت عنـد اخذ الرأى » (٤) .

ثم صدر قرار بتعيين شفيق باشا رئيسـا لمجلس الادارة .

وفى سـنة ١٩٣٠ صـدر القانون رقم ٢٩ بادخال بعض التعديلات على نظام المدرسـة كما تقدم ومن بينها زيادة عدد اعضاء مجلس ادارة المدرسة الى تسعة أعضاء بدلا من ثمانية وذلك بجعل عدد المدرسين الأعضـاء ثلاثة بدلا من اثنين .

ولما ادمجت المدرسة بالجامعة الغى مجلس الادارة وحل محله مجلس الكلية وهو مشكل من اساتذة الكلية والأساتذة المساعدين وعدد (٥) من موظفى المصالح يمثلون بقدر الإمكان الفروع السابقة فى مجلس الادارة .

٥ — ادماج المدرسة بالجامعة

وبمناسبة ادماج المدرسة بالجامعة أقول ان هذا الموضوع شغل تفكير الحكومة منذ ان انتقل اليها امر الاشراف على الجامعـة سـنة ١٩٢٥ واعنى بالموضوع هو : هل يجوز أو لا يجوز ضم مدرسة الهندسة الى الجامعة ؟

ففى سنة ١٩٢٦ كان المرحوم المسيو بوترا يجاهد فى سبيل الغاء مجلس الادارة كما قدمت فكتب فى ٢٠ مارس مذكرة الى رفعة على ماهر باشا وزير المعارف حينذاك موضحا فيها وجهة نظره ، جاء فيها ما ترجمته :

« ان النظام الجديد لمدرسة الهندسة الذى تشرفت بعرضه على معاليكم مؤسس على ادارة موحدة Direction administrative unique رئيس ووكيل للمدرسة وليس على تداخـل المجالس واللجان كما هو الحال فى الجامعات .

(١) مضبطة الجلسة التاسعة والثلاثين لمجلس النواب ص ٦٢٦ و٦٢٧ .

(٢) مضبطة الجلسة السابعة والخمسين لمجلس الشيوخ الصفحات من ١٠٢٤ الى ١٠٤٤ .

(٣) صدر بدار المفوضية الملكية المصرية بلندن فى ٢٢ يوليه سنة ١٩٢٧ وكان وزير المعارف بالنيابة نجيب الغرابلى باشا ورئيس الوزراء ثروت باشا .

(٤) الوقائع المصرية : العدد ٦٦ فى ١٥ اغسطس سـنة ١٩٢٧ .

(٥) هم فى الوقت الحاضر خمسة .

« وانى أرى ان انظمة التعليم الفنى العالى هى مختلفة اختــلافا كليا عنها للتعليم العلمى الجامعى ، وانه ليس من الممكن تطبيق النظام الجامعى على مدرسة للهندسة .

« وقد بذلت محاولات من هــذا القبيل فى مدرسة الهندسة بزيوريخ منذ بضع سـنوات وكانت النتيجة فى كل مرة هى العودة الى النظام القــديم .

« وفى اعتقادى ان مدرسة الهندسة بالجيزة يجب أن تكون مستقلة تماما عن الجامعة . فهى لا يمكن أن تكون من الوجهــة الادارية « كلية فنية » بالجامعة بدون أن يسبب هذا متاعب جمــة .

« ان مجلس الادارة الذى شــكل بمقتضى القانون رقم ٤٣ لسنة ١٩٢٣ ليس له محــل فى النظام الجديد ولهذا السبب يجب الغاء هــذا القانون قبل تنفيذ النظام الجـديد أو فى نفس الوقت لتنفيذه » .

ثم اتبع هذه المذكرة بمذكرة مطولة مؤرخة بتاريخ ٢٣ مارس سنة ١٩٢٦ بدأها باستعراض عام لنظام التعليم الفنى العالى (تعليم الهندسة) فى انجلترا حيث هو جزء من كلية العلوم التى هى احدى كليات الجامعة ، وفى بلاد أوربا المختلفــة حيث مدارس الهندســة مســتقلة تماما عن الجامعة . ثم قال ان الحــل الانجليزى ليس مقبولا فى مصر لأن كل مايراد عمله هنا انمــا هو انشاء كلية جديدة باســم كلية الهندســة . وتطرق من هذا الى تفصيل فوائد هذا النظام ومضاره . اما الفوائد فهــو لايرى غير فائدة واحـــدة هى امكان منح درجات فى الدكتوراه لخريجى المدرسة بسهولة ، وحتى هذه الفائدة لا قيمة لها لانه يمكن الحصول عليها بدون ضــم المدرسة الى الجامعة . أما المضــار فهى كثيرة ومتعددة وتنشأ من عدم امكان تطبيــق شروط التعليم الفنى علــى التعليم الجامعى ، فالتعليم الفنى يجب أن يعد الطالب لحياته المستقبلة من مهندس مرؤوس دائما الى ان يأتى اليوم الذى يصبح فيه رئيســا ويجب لذلك أن يعنى هــذا التعليم بغرس بذور النظام Discipline والعمل المنتظم بين الطلبة والأساتذة بخلاف الحال فى كليات الجامعة كالحقوق والطب مثلا .

وهو يرى ان تنظيم التعليم الفنى يجب ان يكيف طبقا للحيــاة الصــناعية فى الخارج والمشروعات الفنية التى تتطلب لنجاحهــا دائما أن يكون على راسها مدير حازم وليس مجلسا . ثم قال « ان التنظيم الفنى يحتــاج ، كما هــو الحال فى الجيش ، الى رئيس واحد مسؤول ، وليس الى مجلس أيا كان الاسم الذى يطلــق عليه »(1) . وانهى هــذه المذكرة بالنتيجتين الآتيتين :

١ ــ أن ادماج مدرسة الهندسة بالجامعــة على شكل كلية جديدة فنية لن تكون له فوائد لا للمدرســة ولا للجامعة ، بل انه يسبب غالبا متاعب جمة نظرا الى عدم التقدير الصــحيح الذى تلقاه المسائل الفنية عند عرضــها على المجالس واللجان المختلفة فى الجامعة .

٢ ــ ان مجلس لادارة مدرسة الهندســة الهندسة لن يعطى الا نتائج غير مرضية .

وفى سنة ١٩٢٩ كان هذا الموضوع من ضمن المواضيع التى استفتت الوزارة فيها المســيو ا د . كلاباريد الدكتــور فى الطب واســتاذ البسيكولوجيا فى كلية العلوم بجامعة جنيف ، فكتب تقريرا فى ١٥ مايو من هذه السنة جاء فيه خاصا بهذا الموضوع ماترجمته :

« أينبغى الحاق مدرســة الهندســة بالجامعة ؟

« أجاوب سلبا على هذا السـؤال متمنيا لمدرسة الهندسة أن تعلو الى مستوى الجامعة من حيث مركزها الأدبى والأكاديمى .

« واذا كنت لا أرى مصــلحة ما فى الحاق مدرســة الهندســة بالجامعة فما هو الا لأن المدرسة المستقلة بذاتها تجد فى اســتقلالها مشجعا على التقدم والارتقاء اكثر مما لو فقدت شخصيتها الأدبيــة ولأنها اذا ادمجت خيف أن يسود الشعور بعدم وجودها اذ الجامعــات لا يتسع المجال فيها عادة للدروس الهندسية .

« ويتعين بعكس ذلك احلال مدرسة الهندسة مركزا أدبيا لا منازع للجامعات عليه فضــلا عن انطوائه على معنى الحرية الجامعية اى استقلالها فى الادارة اســتقلالا يؤذن لها بتعــديل مناهج

(1) Dans une organisation technique c'est comme dans une, armée, il faut un chef, seul responsable, et non un conseil quelque soit le nom qu' on voudra bien lui donner.

التعليم فيهـا وتحـوير انظمتهـا الداخليـة وامتحاناتها تحت مسئولية لجنـة ادارية ، وهذه المرونة صالحة لنجاح الدروس التى تلقى على الطلاب فيها » .

ولكن الحكـومة بعد تردد طويل رات ان تأخـذ بالرأى المعارض لهـذه الآراء فصـدر المرسوم بقانون رقم ٩١ لسـنة ١٩٣٥ بادماج المدرسـة بالجامعة .

٦ ـ النظار والطلبة والخريجون ومبانى المدرسة وبعض أساتذتها القدماء :

النظار الذين تولوا أمر المعهد فى هذه المرحلة هم :

اسـماعيل بك الفلكى ـ سـنة ١٨٦٦ ـ سنة ١٨٧١ .

محمود بك حمـدى الفلكى ـ يونية سـنة ١٨٧١ ـ أغسطس سنة ١٨٧١ (١) .

اسماعيل بك الفلكى ـ سنة ١٨٧١ ـ سنة ١٨٨٧ .

صادق بك سليم شنان ـ سـنة ١٨٨٧ ـ سنة ١٨٨٨ .

أحمد بك ذهنى ـ سـنة ١٨٨٨ ـ سنة ١٩٠٢ .

الدكتور وليم ما كنزى ـ سـنة ١٩٠٢ ـ سنة ١٩٠٧ .

الدكتور جرندلى ـ سنة ١٩٠٧ ـ سنة ١٩١٠ .

المستر هولت ـ سنة ١٩١٠ ـ سنة ١٩٢١ .

عبد المجيد عمر بك ـ سنة ١٩٢١ ـ سنة ١٩٢٤ .

عبد الحميد سليمان باشا ـ مارس سـنة ١٩٢٤ ـ ابريل سنة ١٩٢٤ .

محمود لطفى بك (بالنيابة) ـ سنة ١٩٢٤ ـ سنة ١٩٢٥ .

الدكتور عبد لعزيز أحمد بك (بالنيابة) ـ سنة ١٩٢٥ ـ سنة ١٩٢٧ (٣) .

الدكتور شـارل اندريا ـ سـنة ١٩٢٨ ـ سنة ١٩٣٧ .

الدكتور عبـد الرحمن السـاوى بك ـ سنة ١٩٣٧ .

وفى أواخر المدة التى كان فيها مسيو اندريا ناظرا صدر مرسوم القـانون بادماج المدسـة بالجامعة فاطلق عليه لقب عميد كلية الهندسـة ولكن اللائحة الأساسية لم تكن صدرت ولم تصدر الا بعد اعتزاله العمل ولذلك يكون أول عميـد لكلية الهندسة تم انتخابه بمقتضى اللائحـة هو العميد الحالى الدكتور الساوى بك .

وكان عدد الطلبة عند افتتاح الدراسة سنة ١٨٦٦ اثنين واربعين طالبا . واخـذ عددهم يتراوح بين الزيادة والنقصـان حتى سـنة ١٨٨٧ حيث تقرر أن لا يقبل تلميذ فى المدارس العالية مالم يكن حائزا لشهادة الدراسة الثانوية فأخذ عددهم يقل تدريجيا حتى بلغ عشرة فقط فى سنة ١٨٩٤ . وفى ذلك يقـول يعقوب ارتين باشـا (٢) :

« ومن الأسباب الداعية لعدم اقبال الطلبة على مدرستى الطب والمهندسخانة انه قد تقرر منذ سنة ١٨٨٧ أن لا يقبل تلميذ فى المـدارس العالية مالم يكن حائزا شـهادة الدراسـة الثانوية .

« ومن الجدول الذى وضعناه مبينا لعـدد التلاميذ الذين نالوا هذه الشهادة فى الامتحانات التى حصلت يتضح انه لرغبة معظم التلاميذ فى تلقى القوانين بمدرسة الحقوق لم يبق الا النزر اليسـير ممن يرغب فى مدرسـة الطب والمهندسخانة .

« وانى أضـع الجـدول الآتى لبيان عدد التلامذة الذين رغبوا فى كل مدرسة من المدارس العالية بعد حصـولهم على شـهادة الدراسـة الثانوية من سنة ١٨٨٧ الى سنة ١٨٩٢ ومنه يتضح أن مدرسة الحقوق تأخذ معظم التلامذة :

---

(١) اعتمدت فى تحديد هذه المدة على ما جاء « بكتاب التعليم فى مصر » للمرحوم أمين باشا سامى القسم الخامس من الملحقات ص ٩٨ . ولكنى اطلعت على كشف بالكلية يتبين منه ان مدة نظارة اسماعيل بك الفلكى الاولى كانت من سنة ١٨٦٦ الى سنة ١٨٦٧ فقط ثم تولى النظارة محمود بك حمدى الفلكى من سنة ١٨٦٧ الى سنة ١٨٧١ .

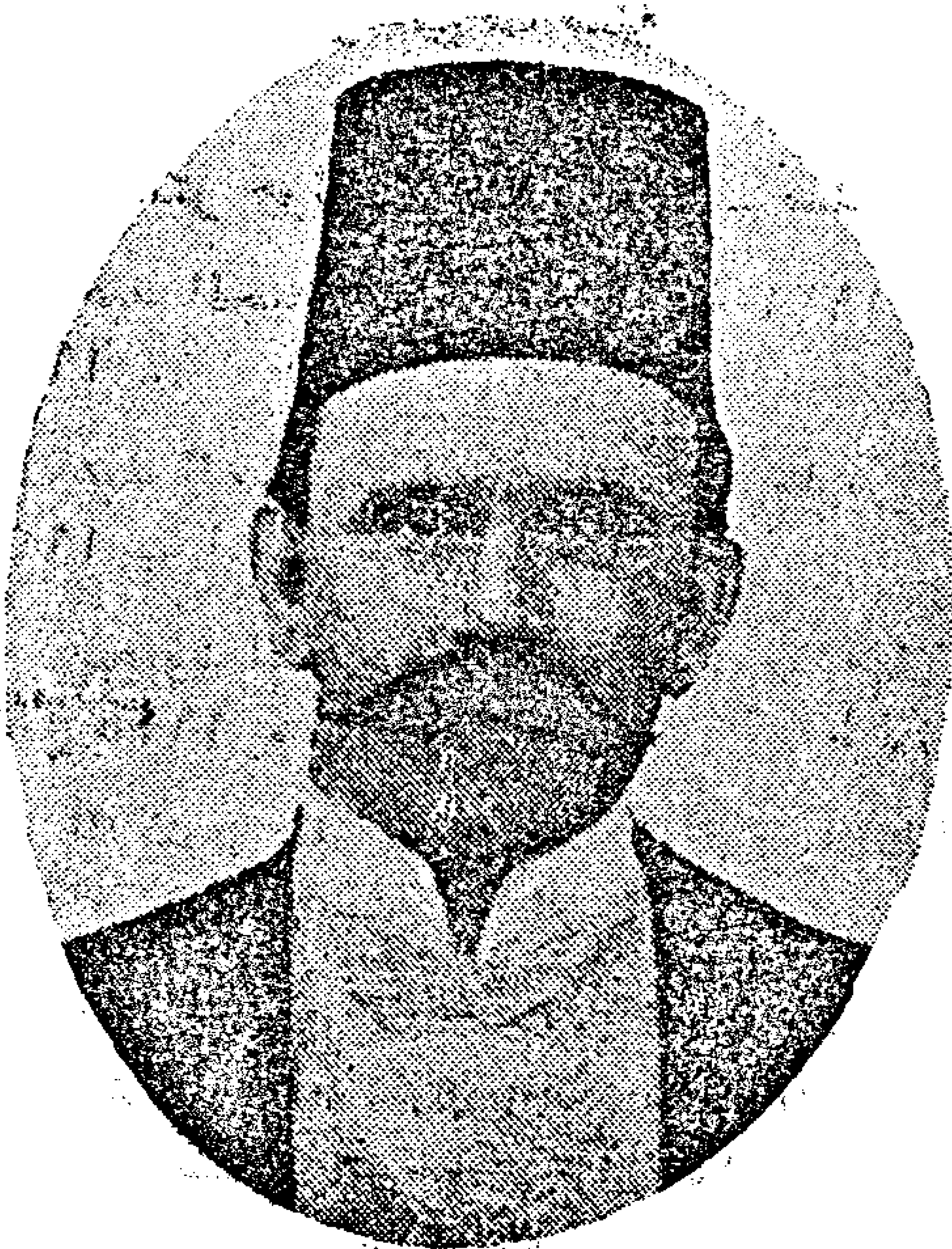
(٢) كان المسيو بوترا منتدبا لتنظيم المدرسة فى هـذه الفترة .

(٣) « القول التام فى التعليم العام » ص ١٠٨ .

محمود حمدى الفلكى باشا

احمد ذهنى باشا

المستر وليم ماكنزى



المستر هوات

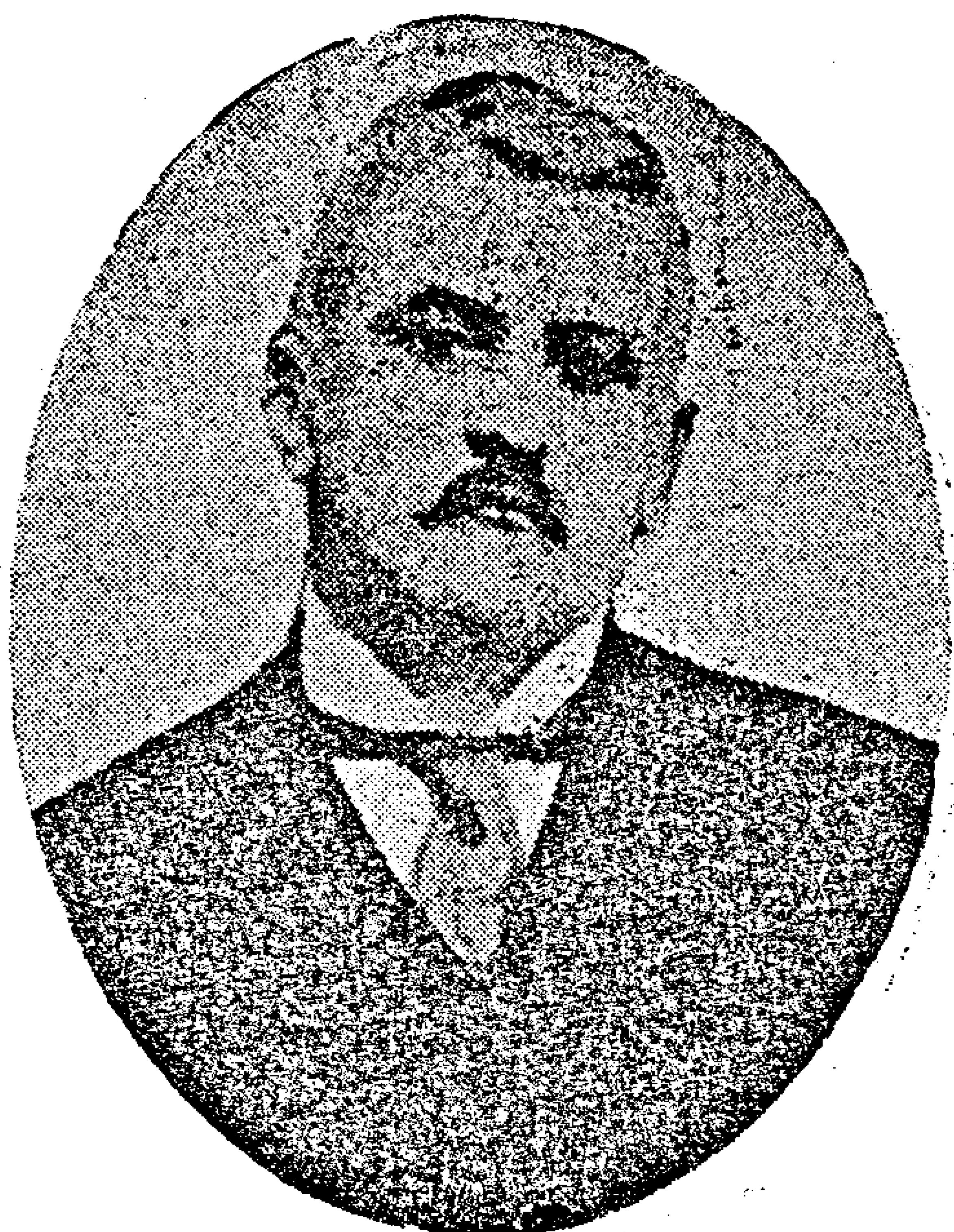
عبد المجيد عمر باشا

الدكتور عبد العزيز احمد بك

عمر لطفى بك

المسيو شال أندريا

الدكتور عبد الرحمن الساوى بك



المستر بوترا

عدد التلاميذ	اسماء المدارس
١١٠	مدرسة الحقوق
٤٨	« الطب
٣١	« المهندسخانة
٦٦	مدارس المعلمين
٥	مدرسة الزراعة
١٣	التحقوا بمصالح الحكومة وغيرها
٢	دخلوا المدارس الحربية
٢٢	اشتغلوا بالتجارة ومشاكلها
٣	ماتـــوا

٣٠٠ تلميذ هو مجموع الذين حصلوا على شهادة الدراسة الثانوية من سنة ١٨٨٧ الى سنة ١٨٩٢ » .

وكان عدد الطلبة سنة ١٩٠٥ سنة انتقالها الى الجيـزة ٥٧ واستمر بعد ذلك فى زيادة مطردة ، الا فيما ندر من السنين ، حتى بلغ سنة ١٩٣٨/١٩٣٧ الفا وعشرة طالبا .

اما المتخرجـون فى المدرسة فكان عددهم ضئيلا فى أول الأمر فبلغ فى سنة ١٨٨٧ ثمانية ثم ٧ ، ٥ ، ٣ حتى هبط الى اثنـين فقط فى الأعـوام ١٨٠٧ و ١٨٩٨ و ١٩٠٠ ثم ارتفع الى ١٠ ، ١٥ وعاد فهبط الى ثلاثة عام ١٩٠٥ والى اربعة فى عامى ١٩٠٦ ، ١٩٠٧ . واخذ بعد ذلك يتراوح بين الزيادة والنقصـان مع ميل الى الزيادة المطردة حتى بلـغ عددهم ١٨٣ عـام ٩٣٩/٩٣٨ .

أما مبانى المدرسة فطبيعى أن تتطور تبعا لهذه الزيادة الهائلة فى عـدد الطلبة فاستمر توسيع المعامل وانشاء المدرجات وصالات الرسم لواجهة هذا الضغط الشديد . وانشئت معامل جديدة عديدة تمشيا مع التطور العلمى ، فمن ذلك معامل للطبيعة والهيدروليكا واختبار المواد ومعمل الحرارة والورش المزودة بأحدث الآلات ومعمل أبحاث الرى وأبحاث الخرسانة .

أما أساتذة المدرسة أو « خوجاتها » فى عهدها القديم فانى أذكر البعض منهم فيما يلى على ضوء المثال الذى ذكرته عن العام الدراسى ١٨٨٩/١٨٨٨ :

ناظر المدرسة احمـد بك ذهنى وكان يدرس : آلات بخارية ، ايدروليكا ، ميكانيكا .

وكيل المدرسة صابر بك وكان يدرس : رى وتدبير زراعى ، ملاحة واشغال بحرية ، ومنظور وقطع أحجار وأخشاب ، رسم ظل ومنظور ، تصميمات رى .

احمد افندى كمال (١) وكان يدرس : مواد وادوات ، مقـاومة مواد تحليلات جبـرية ، تطبيقات رياضية باللغة الفرنسية .

حسن افندى حسنى وكان يدرس : انشاء طـرق وسكة حديد ، هندسة تحليلية قسـموغرافيا ، حساب مثلثات كروية ، تطبيقات رياضية باللغة الانجليزية ، هندسة وصفية ، رسم وصفية .

محمد افندى فوزى وكان يدرس : انشاء الأشغال الصناعية ، جيوديزيا ، طبوغرافيا ، حساب مثلثات مستقيمة وكروية ، تصميمات اشغال صناعية ، رسم طبوغرافيا .

المسيو منسكلكو وكان يدرس : عمـارة وانشـاء المبانى السكنية ، تصميمات عمـارة ومبانى .

اسماعيل افندى حسنين وكان يدرس : طبيعة وكيمياء .

عبد العزيز افندى فريد وكان يدرس : جيولوجيا ومنرالوجيا وميتاللورجيا .

المسيو دجلس دنلوب وكان يدرس : لغـة انجليزية .

مصطفى افندى عزيز وكان يدرس : لغة فرنسية .

الشيخ احمد خطاب وكان يدرس : لغة عربية .

محمود افندى عمر وكان يدرس : فقه .

المسيو سنتمارنه وكان يدرس : رسم .

واذكر غير من تقدم من المدرسين فى سنوات سابقة :

اسماعيل باشا الفلكى وكان يدرس : الفلك والجيوديزيا .

عبد المجيد افندى حلمى وكان يدرس : كيمياء صناعية ومعدنية وطبيعية وغير طبيعية .

محمد بك صدقى كمندوب نظارة الأشغال للأشراف على الأشغال التطبيقية .

على افندى الدرتدلى وكان يدرس : قناطر وتدبير زراعى وعمارة .

(١) وقد عين فيما بعد وكيلا للمدرسة وهو والد الاستاذ عزيز كمال المدير الخالى لمعمل مقاومة المواد بالكلية

محمد افندى عارف وكان يدرس : عمارة .
الشيخ احمد قطه العدوى وكان يدرس : عروض وبيان .
وغيرهم كثيرون .

وما هو جدير بالذكر ان النظار والأساتذة كانوا جميعهم مصريين كما رايتم حضراتكم اذا استثنينا مدرس اللغة الانجليزية ومدرس الرسم . فالمدرسة كانت مصرية عربية من قمة الرأس الى اخمص القدم واستمر الحال كذلك حتى اعتزل العمل المرحوم ذهنى باشا وعين المستر ماكنزى ناظرا فى سنة ١٩٠٢ ففى هذا العام نجد الحال قد تبدل ، وفى هذا العام نجد جميع أساتذة المدرسة المسؤولين هم اجانب نذكر منهم مستر « ادامس » مدرس الرسم ومستر « كبس » Capes مدرس الكهرباء ومسيو « فلورى » مدرس الهندسة الوصفية والميكانيكا ومستر « بزورث » مدرس المساحة والسكة الحديد ومستر « كلارك » مدرس الرياضة ومستر « جنتر » Gunter مدرس مقاومة المواد .

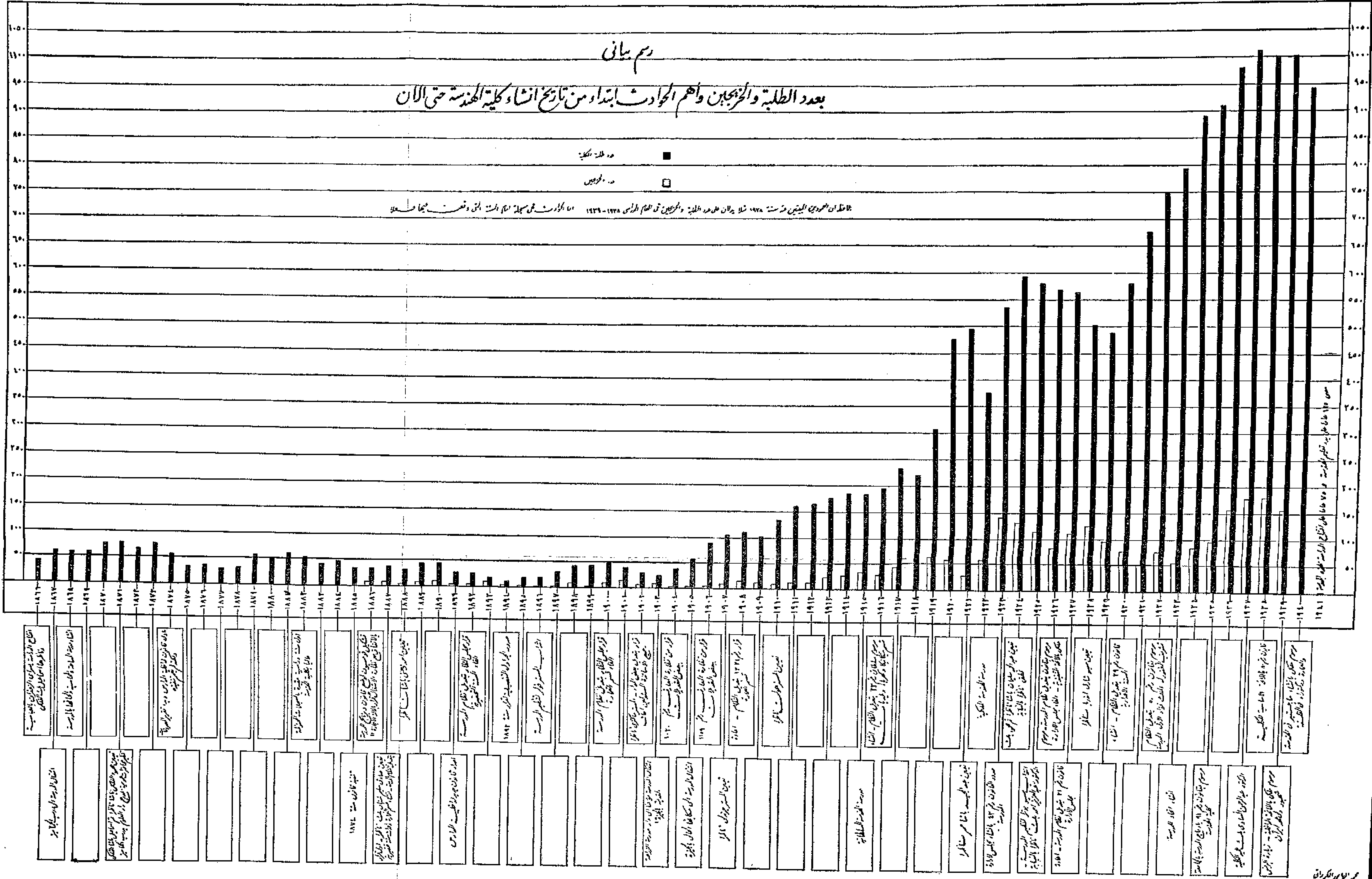
كلمة ختامية

بقيت كلمة صغيرة عن مستوى الدراسة فى مراحلها المختلفة . أما عن مستواها بمدرسة بولاق فقد يكون من المتيسر أن نرسم لأنفسنا صورة عنها مما سبق أن ذكرته من تفصيلات للمواد التى كانت تدرس فى الفرق المختلفة بالمدرسة (١) ومن الكتب التى كان الأساتذة يقومون بتأليفها أو ترجمتها وقد اشرت الى بعضها فيما تقدم (٢) فهذه الكتب تحتوى على ما كان يدرس فعلا فى مختلف المواد . وعلى كل حال فالمفهوم أن مستوى الدراسة بمدرسة بولاق قد وصل فى الاوقات التى استقرت فيها المدرسة وازدهرت الى درجة نستطيع معها ان نطمئن الى القول بأنه لم يكن يقل عنه بمدرسة الهندسة بباريس التى كانت مدرسة بولاق تترسم خطاها وتنهج على منوالها .

واذا كانت المعلومات التى لدينا عن مدرسة القلعة السعيدية هى من الضآلة بحيث يتعذر علينا الحكم على ما كانت عليه حالة الدراسة فى المدة القصيرة التى بقيت فيها المدرسة قائمة — فان مالدينا ، على عكس ذلك ، من آثار ومعلومات كثيرة عن مدرسة الجيزة منذ اقدم عهودها يسمح لنا بتكوين فكرة واضحة وصحيحة عن مستوى الدراسة بها فى هذه العهود السابقة . ولقد كنت أود أن اقدم امثلة عما كان يدرس فى بعض المواد لتحكموا على مبلغ ما وصلت اليه الحالة العلمية فى بعض الأوقات من تقدم قد ندهش له وخليق بنا أن نعجب ونفخر به ، ولكن الوقت لا يسمح بذكر هذه الامثلة فاكتفى الآن بعرض مجموعة الرسومات التى ترونها حضراتكم فى « الالبومات » (٣) مضافا اليها بعض رسومات من عمل التلميذ « احمد ذهنى » سنة ١٨٦٩ كمثال من عمل أول دفعة تخرجت فى المدرسة ، ولا شك أنكم توافقوننى على انها رسومات جميلة حقا . واذا كان لمعترض أن يقول بأن مثل هذه الرسومات انما تحمل ذلك الطابع الذى اشار اليه على مبارك باشا فى تقريره واعنى به طابع العناية بالرسم « الذى هو من اهم أشغال المهندس » كما يقول ، فهى تدل على تقدم الطلبة فى هذه المادة ولكنها لاتدل على ارتفاع مستوى الدراسة فى المواد الأخرى — فالواقع حقيقة أن هذه الرسومات لا تكفى وحدها لتكوين فكرة واضحة عن مستوى الدراسة بالمدرسة فى تلك الأوقات ، ولكن امامنا المواد التى كانت تدرس وقد سبق لى ذكرها بالتفصيل وأمامنا الكتب التى الفها أو ترجمها الأساتذة حينذاك فى مختلف المواد التى كانوا يقومون بتدريسها وهذه الكتب لا يزال بعضها موجودا فى مكتبة الكلية وفى دار الكتب ، وأمامنا أكثر من هذا كراسات بعض الطلبة السابقين (٤) — هذه كلها أدلة تكفى لدفع ذلك الاعتراض الذى اشرت اليه وتنطق بما وصلت اليه الحالة العلمية فى تلك الأوقات من تقدم بعيد .

---

(١) راجع الجزء الاول .
(٢) راجع الجزء الاول .
(٣) هذه « الالبومات » محفوظة بمكتبة الكلية وقد اخترت منها ثلاثة من أقدم الرسومات الموجودة بها .
(٤) عرضت فى المحاضرة كراسات « للتلميذ عبد الله فهمى » خريج سنة ١٨٨٨ عن محاضرات الجيوديزيا والاساسات والايدروليكا والقناطر ومقاومة المواد والسكة الحديد والمبانى والآلات البخارية والميكانيكا والكيمياء الصناعية والمعادلات التفاضلية والفلك وكلها باللغة العربية .


رسم بياني
بعدد الطلبة والخريجين واهم الحوادث ابتداء من تاريخ انشاء كلية الهندسة حتى الآن
عدد طلبة الكلية
عدد الخريجين

وقد قصدت الى أن أعرض على أنظار حضراتكم صورة للادوار التى مر بها تعليم الهندسة والخطوات التى خطاها خلال تلك الفترة الطويلة من الزمن .

والسنوات الآتية سنوات بارزة فى تعليم الهندسة :

سنة ١٨١٦ : بدء تعليم الهندسة بانشاء أول مدرسة للهندسة بحوش السراى بالقلعة.

سنة ١٨٣٤ : بدء تعليم الهندسة بصفة نظامية بافتتاح الدراسة بمدرسة بولاق .

سنة ١٨٦٦ : افتتاح الدراسة بالمدرسة الحالية .

ففى هذا العام يمكننا أن نحتفل فى وقت واحد بانقضاء مائة وخمسة وعشرين عاما على بدء تعليم الهندسة فى مصر وانقضاء خمسة وسبعين عاما كاملة على تأسيس المدرسة الحالية أو كلية الهندسة .

تلك هى قصة تعليم الهندسة بمصر وهى قصة مشرفة فى تاريخ مصر الحديث من واجبنا كمهندسين أن نعيها ونذكرها ونفتخر بروايتها فى كل وقت .

وهذا هو المعهد الحالى الذى يقوم اليوم بتعليم النشء والذى ورث هذه المهمة عما سبقه من مدارس ومعاهد ، هذا المعهد الذى يقوم بتخريج المهندسين الذين يؤدون لهذا البلد أجل الخدمات وانفعها ، المعهد الذى تعلمنا فيه وندين له جميعا بثقافاتنا الهندسية الأولى — لجدير بنا أن نفخر بما وصل اليه من مستوى علمى يضارع مستوى أرقى المدارس والكليات الهندسية فى الخارج ، وجدير بنا أن نتعاون جميعا لنساعده على الاستقرار فنهيىء له بذلك جوا هادئا يؤدى فيه رسالته من تشجيع البحث العلمى ونشر الثقافة . وما أجمل أن يكون هذا التعاون هو الحلقة التى تربط جميع أفراد أسرة الهندسة فى مصر برابطة لا تنفصم عراها !

هذا وانى اقدم خالص شكرى لجمعية المهندسين على الفرصة التى أتاحتها لى بالقاء هذه المحاضرة وطبعها .

كما أشكر معالى شفيق باشا على ما تفضل به من تعليق على المحاضرة بذكريات له اقتبست البعض منها عند الطبع راجيا أن ياتى يوم قريب يتاح فيه لهذه الذكريات أن تنتشر ليطلع عليها الجميع . وأشكر معاليه أيضا على تفضله بارشادى الى المراجع التى رجعت اليها فى الكلام على « مجالس الادارة » وأضفتها الى هذه المحاضرة .

دور البحث العلمى فى تخطيط وتنمية الموارد المائية بمصر

((د. محمود أبو زيد د. محمد القرنى جوده))

١ ـ المقـــدمة : ـ

تقاس رفاهية الشعوب فى احدى صورها باكتفائها الذاتى فى انتاج الغذاء من الموارد الطبيعية المتاحة . وتعتبر الزراعة أهم مورد أساسى فى انتاج الغذاء .

وتعتمد الزراعة من الناحية الاقتصادية على العناصر التالية : ـ

١ ـ الارض والمياه الصالحة لريها .
٢ ـ راس المـــال .
٣ ـ العمــل .
٤ ـ التنظيم .

ولا يمكن بأى حال من الاحوال ان نفصل الارض عن المياه الصالحة لزراعتها اذ ان الارض بغير ماء أو المـاء بغير أرض لا تمثل أى عائد اقتصادى زراعى .

ويقصد بالماء هنا هو المـاء الصالح لرى الزراعات. كما انه لايتحقق أى توسع فى الأراضى الزراعية باستصلاح بعض المساحات وتمهيدها فقط ولكن يتحقق هذا التوسع بتوفير مصادر المياه المناسبة لرى هذه الاراضى .

وقد كان لمصر دور تاريخى فى استخدامات المياه فقد اقيمت أقدم سدود وخزانات عرفت فى تاريخ العصور القديمة بواسطة المصريين الفراعنة وذلك للوقاية من غوائل الفيضانات ولتخزين المياه الزائدة للاستفادة منها . وقد تمكن أجدادنا القدماء من أستخدامات مياه النيل فى رى الـزراعات وذلك بأساليب الرى الحقلى القديمة والتى ما يزال يستخدم بعض منها الان بواسطة الفلاح المصرى وقام بتطوير البعض الاخر حسب خبرته وأمكانياته المتواضعة على مر السنين .

فقد قامت مصر يتطويع نهر النيل على مر العصور حتى كان عصر محمد على فتم أنشاء القناطر والخزانات الحالية وهى خزان أسوان ثم قناطر أسنا ثم قناطر نجع حمادى ثم قناطر أسيوط ثم قناطر محمد عـلى وتـم بعد ذلك تعلية تلك القناطر لزيادة الاستفادة من ميـاه النيل واستغلاله الاستغلال الامثل . وتم اقامة وانشاء الترع الرئيسية التى تأخذ مياهها من أمام القـناطر مباشرة حيـث يرتفع منسـوب الميـاه عن الخلف .

ثم أنشئت الترع الفرعية حسب الزمامات المختلفة وأنشئت المصارف لصرف المياه الزائدة عن الرى وهكذا حتى أصبح فى مصر شبكة واسعة ودقيقة من الـترع والمصـارف لرى الاراضى الزراعية على ضفاف نهر النيل ودلتـاه ثم كان بعد ذلك أنشاء السـد العالى الذى مكن من التحكم فى مياه النيل وضـمان حصة ثابته لمصر والسودان سـواء للفيضـانات العالية أو المنخفضة . هذا وقد بذلت جهود كثيرة منـذ أواخر القرن الثامن عشر لضبط وترويض مياه النيل من أنشـاء لقناطر وسـدود ومنشـأت مختلفة لتوزيع مياه النيل الا أن القليل قد بذل لتطوير طرق وأسـاليب الرى . ولا يمكن أن نكتفى بأسـاليبنا الحالية فى الرى فى الوقـت الذى خطت فيه دول كثيرة نحو أستخدام طرق وأسـاليب حديثة تمكن من تعظيم الفائدة من كل قطرة مـاء . وقد كان للبحث العلمى الدور الاسـاسى فى مجال تطـوير الرى وكان للبحث التطبيقى منه أثر كبير فى تطـويع التكنولوجيا الحديثة لتلائم ظروفنا الاجتماعية والاقتصادية مع وضـع السيأسات التى تضمن رفع كفـاءة أسـتخدام الميـاه وخصوصـا فى رى الاراضى الزراعيـة .

وأن كانت البحوث العلمية فى مجال تنمية الموارد المائية قد بدأت فى مصر فى القرن المـاضى وذلك برصد مناسيب وتصرفات نهر النيل من منابعه الى مصبه ومحاولة أيجاد بعض العلاقات والارتبـاط بين المتغيرات المختلفة وأسـتخدام ذلك فى التنبؤ بايراد النهر. وكذلك انشاء بعض الابار الجوفية ودراستها للتنبؤ بحجم الخزان الجوفى الا أنـه نظرا للتطوير الهـائل والتقـدم

التكنولوجى الذى حدث فى العالم بسبب تطوير الحسابات العلمية واستخدام الحاسب الآلى فى المجالات المختلفة وتطوير علوم الفضاء ، كل ذلك جعل من أهم الضروريات أن نلحق بهذا الركب .

ففى وزارة الرى أنشىء مركز البحوث المائية عام ١٩٧٥ والذى يعد أهم المؤسسات العلمية التى تعمل فى مجال الموارد المائية وأصبح انشاؤه امتدادا واستكمالا لدور وزارة الرى وأقسامها البحثية المختلفة التى حملت هذه المسئولية لأعوام طوال .

وقام المركز منذ أنشائه بوضع الخطط التى ترتبط أساسا بخطط التنمية الزراعية وتنمية الموارد المائية وترشيد أستخدامها فى مجال الرى .

وأخذ الطابع التطبيقى يحل تدريجيا محل الطابع الاكاديمى وكان لاهمية قطرة الماء لمستقبل مصر أكبر الاثر فى التركيز على أوجه الاسراف ووسائل الحد منه ورفع كفاءة شبكة الرى والصرف وكذلك تنمية الموارد المائية الحالية ووضع خطط أستخدامها فى المستقبل .

ونظرا لان هناك جهات أخرى تقوم بدراسات وأعمال لها علاقة بموضوع الموارد المائية وتساهم هذه الاعمال فى تطوير المعرفة وتنمية هذه الموارد الأساسية لذلك فسوف نورد فيما يلى دور كل منها مع التركيز على مركز البحوث المائية بأعتباره الركيزه الاساسية فى هذا المجال : —

أولا — مركز البحوث المائية :

أنشىء مركز البحوث المائية عام ١٩٧٥ كمؤسسة علمية تتبع فى شأن العاملين الفنيين به ما يتبع فى تنظيم الجامعات بمصر ويضم مركز البحوث المائية أحد عشرا معهدا فى مختلف مجالات بحوث المياه بالاضافة الى مركز التدريب وهى : —

١ — معهد بحوث توزيع المياه وطرق الرى :

ويعمل فى مجال بحوث توزيع المياه وطرق الرى الحديثة والتجارب الحقلية للمقننات المائية وتطوير ورفع كفاءة شبكات الرى وتقليل الفاقد منها .

٢ — معهد بحوث صيانة الترع والمصارف ومقاومة الحشائش :

ويعمل فى مجال مقاومة الحشائش فى الترع بالطرق المختلفة اليدوية والميكانيكية والبيولوجية وفى البحوث الخاصة بصيانة الترع والمصارف وأعادة تصميمها بعد السد العالى .

٣ — معهد بحوث الصرف :

ويعمل فى مجال بحوث الصرف المغطى والصرف المكشوف وتحليل مياه الصرف فى جميع مناطق الجمهورية وعمل الابحاث اللازمة لامكان الاستفادة من مياه الصرف فى الرى أما مباشرة أو بخلطها بمياه الرى وعمل الميزان المائى والملحى للمناطق المختلفة بهدف تحسين نظم الصرف بتلك المناطق .

٤ — معهد بحوث المياه الجوفية :

ويعمل فى مجال المياه الجوفية لتحديد حجم الخزان الجوفى فى الوجه القبلى والبحرى وتحديد الخط الفاصل لتداخل مياه البحر مع المياه العذبة وعمل الخريطة الهيدرولوجية للدلتا ووادى النيل وأستخدام النماذج الرياضية والحاسب الآلى فى البحوث المختلفة بالمياه الجوفية .

٥ — معهد بحوث تنمية الموارد المائية :

ويعمل فى مجال تنمية الموارد المائية السطحية مثل البحوث المتعلقة بأعالى نهر النيل والمشروعات التى يمكن عملها للاستفادة المثلى من مياهه وكذلك مشروعات تنمية مصادر المياه بسيناء بالاضافة الى أنشاء شبكة ارصاد متكاملة للاستفادة منها فى البحوث وعمل التصميمات اللازمة للسدود ومنشآت تنمية هذه الموارد الاخرى .

٦ — معهد بحوث الاثار الجانبية للسد العالى :

ويعمل فى مجال دراسات الاثار المترتبه على أنشاء السد العالى وذلك على مجرى نهر النيل وتتبع حالة المجرى واقتراح عمل الرؤوس اللازمة لحماية المجرى فى الاماكن المعرضة للنحر أو لتغيير أتجاه سريان مياه النهر فى الاماكن المعرضه للاطماء . وعمل القطاعات العرضية الدورية على مجرى نهر النيل وتتبعها وتحليلها والاستفادة منها فى البحوث التطبيقية الخاصة بتقدير النحر الشامل فى مجرى نهر النيل بعد أنشاء السد العالى بأستخدام الحاسب الآلى والنماذج الرياضية .

٧ — معهد بحوث الهيدروليكا والطمى :

ويعمل فى مجال بحوث النماذج الهيدروليكية الطبيعية لحل المشاكل المتعلقة بالنحر والاطماء فى مجرى نهر النيل بأستخدام النماذج الطبيعية . وكذلك عمل النماذج اللازمة للوصول الى

التصميم الامثل لمآخذ الترع الكبرى ومحطات الكهرباء وغير ذلك من مشروعات الرى الكبرى ويختص المعهد أيضا بمعايرة أجهزة قياس سرعات المياه لاستخدامها فى حساب التصرفات وكذلك عمل منحنيات معايرة القناطر والافمام المختلفة وقام المعهد بدراسة النحر الشامل فى مجرى نهر النيل بأستخدام اسلوب النماذج الرياضية .

٨ ـ معهد البحوث المساحية :

ويعمل فى مجال البحوث المساحية المختلفة ومنها مشروع تحديد سطح الجيويد فى مصر ودراسة تحركات القشرة الارضية فى آسيا وأفريقيا بمنطقة الزلازل بأسوان وغير ذلك من الابحاث المساحية .

٩ ـ معهد البحوث الميكانيكية والكهربية :

ويعمل فى مجال البحوث الميكانيكية والكهربية ومنها كهربة بوابات القناطر المختلفة وتطويرها وأبحاث الطلمبات ومقاومة التآكل .

١٠ ـ معهد بحوث حماية الشواطىء :

ويعمل فى مجال رصد مناسيب الامواج وتحركات الشواطىء واتجاهات الرياح على الشواطىء المصرية المختلفة واتجاه التيارات السطحية والعميقة وغير ذلك مما يساعد فى تصميم وسائل الحماية اللازمة للشواطىء المصرية .

ثانيا ـ الجامعات المصرية المختلفة :

لا شك أن الجامعات المصرية المختلفة ممثلة فى كليات الهندسة دور كبير فى ابحاث تنمية الموارد المائية فى مصر فقد اشتركت العديد من الجامعات مع وزارة الرى ومركز البحوث المائية فى الدراسات الخاصة بتنمية الموارد المائية ـ مثل الدراسات الخاصة بالطريقة المثلى لتشغيل السد العالى ـ والدراسات الخاصة بتقليل الفاقد من المياه فى أعالى النيل ودراسة التنبؤات المختلفة لايراد نهر النيل ودراسات المياه الجوفية ودراسات تنمية موارد المياه بسيناء .

ولا شك أن لهذا التعاون اثره فى الوصول الى حلول تطبيقية مثلى لتنمية موارد المياه فى مصر وترشيد أستخداماتها .

ويشترك كثير من أعضاء اقسام الرى والهيدروليكا فى اللجان الفنية للوزارة ومركز البحوث المائية ويشتركون فى التدريب الفنى والاشراف على طلبة الماجستير والدكتوراه فى المركز .

ثالثا ـ أكاديمية البحث العلمى والتكنولوجيا :

وتتضمن تشكيلات الاكاديمية عدة مجالس بحوث من ضمنها مجلس بحوث الغذاء والزراعة والذى تتبعه لجنة الموارد المائية وتضم مجموعة كبيرة من كبار الباحثين بمختلف أجهزة الدولة وتعد اللجنة برنامج بحثى يتم تنفيذه بمجموعات بحثية مشتركة وضمن البحوث التى يجرى تنفيذها ولها علاقة بالموارد المائية الدراسات الخاصة بتنفيذ نظم الرى وتقييم الخزانات الجوفية واعادة استخدام مياه الصرف واعداد الخريطة الهيدرولوجية والاستفادة من مياه السدة الشتوية وتعقد الاكاديمية مؤتمرا سنويا يتم فيه مناقشة نتائج هذه الدراسات ويصير تقييمها وتحديد العائد الاقتصادى من تطبيقها.

رابعا ـ مركز البحوث الزراعية :

لا شك أن لمركز البحوث الزراعية ويتبع وزارة الزراعة وله خمسة عشر معهدا بحثيا تضم معهد بحوث الاراضى والمياه وله دراسات متعلقة بعلاقات المياه والتربة وتحسين الاراضى وقياسات الملوحة ومقاومتها .

٢ دور مركز البحوث المائية والمعاهد التابعة له فى مجال بحوث تنمية الموارد المائية :

كان لمركز البحوث المائية منذ انشائه دور كبير فى زيادة البحوث المائية فى مصر والاتجاه بها الى التطوير واللحاق بركب العلم والتكنولوجيا واستخدام الاجهزة الحديثة والحاسبات الآلية . وتقوم المعاهدالبحثية التابعة للمركزبالأضافة الى مشروع الخطة المتكاملة والذى كان تابعا للمركز حتى عام ١٩٨٢ . والتى يعمل بها الان نحو ٤٠٠ باحث من مختلف التخصصات باجراء الدراسات والابحاث العلمية والتطبيقية اما منفردة أو بالاشتراك مع المعاهد البحثية أو الهيئات العلمية الاخرى بمصر والخارج .

ونورد فيما يلى على سبيل المثال لا الحصر بعضا من هذه الانجازات الرائدة :

فى مجال مشروعات ترشيد استخدامات المياه :

١ ـ وجد عدم مطابقة قطاعات الترع الحالية للقطاعات التصميمية حيث انها تزيد فى كثير من الحالات عن ٢٥٪ وهو ما يسبب فاقدا كبيرا فى المياه لذا قام الفريق البحثى بعمل البحوث اللازمة لاعادة تصميم الترع المختلفة بعد انشاء السد العالى .

٢ — وجد انه باستخدام اخشاب الفما فى بوابات افمام الترع والحجوزات فأن ذلك يسبب فاقد كبيرا فى المياه لذا رؤى استخدام أنواع أخرى من البوابات الحديثة لتقليل هذا الفاقد .

٣ — وجد أن المناوبات على الوضع الحالى غير مرنة لتطبيق نظم الرى الحديثة التى تستوجب المياه بصفة شبه مستمرة . لذا رؤى عمل تجربة ميدانية بجميع جوانبها الفنية والاقتصادية والاجتماعية على أحدى الترع بمحافظة الجيزة لسريان المياه بها بصفة مستمرة مع التحكم الاوتوماتيكى فى البوابات واستخدام الطاقة الشمسية فى أدارة بعض طلمبات مآخذ المياه من الترعة وقياس تصرف الفتحات بالاجهزة الاوتوماتيكية وحصر الزراعات القائمة والارشاد الزراعى للفلاحين والرى الليلى وغير ذلك من الانظمة التى اتبعت فى تقييم التجربة والتى لاقت نجاحا كبير واثبتت صلاحيتها التقييم . هذا وقد وجد أن الفاقد من شبكات الرى يتراوح بين ١٠ الى ٢٥ ٪ .

٤ — وجد انه من اسباب الاسراف فى استخدام المياه عدم تسوية الاراضى الزراعية خصوصا فى الوجه القبلى وفى الاراضى التى كانت تتمتع بالرى الحوضى على وجه الخصوص لذا رؤى العمل على تسويتها لتقليل الفاقد من المياه .

٥ — وجد أن فتحات الرى الحالية غير ملائمة لمتطلبات احكام توزيع المياه على المستوى الحقلى ووجد ان هناك اهمالا شديد فى تطهير المساقى والمصارف الخصوصية مما يؤثر على كفاءة الشبكة لذا رؤى أعادة تصميم الفتحات بما يتلاءم مع متطلبات احكام توزيع المياه وعمل الارشاد الزراعى اللازم للمزارعين لتطهير المساقى والمصارف الخصوصية .

٦ — أوضحت الاحصائيات التى أجراها معهد بحوث توزيع المياه وطرق الرى انه يمكن تبطين الترع — وتطبيق نظام الرى بدون مناوبات وتعديل فتحات الرى وتسوية الحقول واعادة تخطيط المزارع وجدولة الرى على مستوى المسقى مع عمل التوعية اللازمة للمزارعين .

٧ — أوضحت الدراسات انه يمكن الحد من الفاقد بالتسرب والرشح من مياه الرى باستخدام شبكات مواسير او قنوات معلقة مع توزيع المياه على المزارع عن طريق شبكة من المحابس وجارى تقييم هذه التجربة .

٨ — اثبتت الدراسات ان استخدام طرق الرى الحديثة كالرى بالرش والرى بالتنقيط على مجموعة من المحاصيل الحقلية والخضروات يوفر كثيرا من مياه الرى اذا ما قورن بالرى السطحى المستخدم فى رى الاراضى الزراعية لذا تمت التوصية باستخدام هذه الانواع من الرى فى الاراضى الجديدة المستصلحة وزراعتها بمحاصيل الفاكهة والخضروات التى يمكن تصديرها لزيادة العائد الاقتصادى لهذه الاراضى والمساهمة فى زيادة رصيد مصر من العملات الاجنبية .

٩ — تم تقدير المقننات المائية للمحاصيل الزراعية المختلفة المنتشرة فى أنحاء الجمهورية وتم الوصول الى المقننات الاقتصادية والتى تعطى اكبر عائد اقتصادى زراعى والتى يمكن استخدامها فى رى المحاصيل الزراعية المختلفة .

١٠ — فى مجال التحكم فى توزيع مياه الرى قام معهد بحوث الهيدروليكا والطمى بتنفيذ مشروع تجريبى رائد فى التحكم المركزى الرياح المنوفى وبعض القناطر المقامة عليه — وذلك بالتحكم المركزى الكلى فى بعض البوابات مع استقبال وتسجيل المناسيب المختلفة بالاستعانة بحاسب الكترونى ذو طاقة كبيرة تمكنه من السيطرة على جميع القناطر الرئيسية على النيل عند تعميم المشروع وقد كان هذا المشروع نواة لمشروع قومى كبير للتحكم المركزى لنهر النيل والقناطر المقامة عليه والترع الاخذه منه وفروعها .

١١ — قام مشروع الخطة المتكاملة بالاشتراك مع مركز البحوث المائية باجراء مسح شامل للموارد المائية المتاحة والمستقبلة ووضع سياسات وخطط استخدام هذه الموارد فى الزراعة والصناعة والشرب وتوليد الطاقة والملاحة أو النقل النهرى وقد انتهت المرحلة الاولى لمشروع الخطة المتكاملة بنتائج هامة منها حساب الاحتياجات المائية للزراعة والصناعة واحتياجات الشرب حتى سنة ٢٠٠٠ .

١٢ — وفى مجال نوعية المياه اتضح من الدراسة أن نوعية النيل مازالت مقبولة . ويصير متابعة التغيرات واثر القاء المخلفات الصناعية ومياه الصرف على زيادة التلوث وقد نتج عن هذا اصدار بعض التشريعات والقوانين الهامة لمنع التلوث منها على سبيل المثال ضرورة تنقية المياه المختلفة من المصانع والبواخر النيلية قبل القائها فى المياه وغير ذلك من التشريعات التى تحمى النيل والمجارى من التلوث .

١٣ — فى مجال تحسين كفاءة تشغيل السد العالى قام مشروع الخطة المتكاملة بالاشتراك مع جامعة القاهرة باعداد نموذج رياضى باستخدام

الحاسب الالى لتحسين كفاءة تشغيل السد العالى لتوليد أقصى طاقة ممكنة فى حدود الامكانيات المائية المتاحة ويمكن استخدام هذا النموذج فى تحسين كفاءة تشغيل المنشآت المائية على النيل .

١٤ ــ أتم معهد بحوث الموارد المائية عدة دراسات لتنمية الايراد المائى للنيل عن طريق بعض مشروعات اعالى النيل حيث قدرت الفائدة المائية بعد تنفيذ مشروعات بحر الجبل وبحر الغزال ومستنقعات مشار بما يعادل ٩ر٤ مليار م٣ سنويا لمصر .

١٥ ــ فى مجال تنمية الموارد المائية بسيناء تم عمل شبكة رصد مترولوجية كما تم عمل مسح شامل للوديان واختيار أماكن السدود التى يلزم اقامتها لحجز مياه الامطار .

١٦ ــ فى مجال تنمية موارد المياه الجوفية بمصر فقد قام معهد بحوث المياه الجوفية بدراسات رائدة لتنمية الموارد المائية الجوفية . وقدرت كميات المياه القابلة للاستغلال من الخزان الجوفى للدلتا ووادى النيل بخمسة مليارات من الامتار المكعبة سنويا يستغل منها حاليا ٢ مليار متر مكعب منها ٥ر١ مليار متر مكعب بالوجه القبلى ٥٠ر مليار متر مكعب بالوجه البحرى . وقد قام المعهد أيضا بتقدير امكانيات المياه الجوفية بمناطق المجتمعات الجديدة منها العاشر من رمضان والسادات ومناطق التوسع بشرق الدلتا . كما قام أيضا بالاشتراك مع اكاديمية البحث العلمى فى دراسة المياه الجوفية باقليم القاهرة الكبرى ودراسة ظاهرة الرشح وأثرها على المياه الجوفية ويقوم المعهد الان بعمل خطة قومية للاستغلال المشترك للمياه الجوفية والسطحية حيث اقترح انشاء ثلاثة الاف بئر تخلط مياهها بمياه الترع وتحديث وتطوير مجارى نقل المياه وتوزيعها .

١٧ ــ وفى مجال الصرف فقد قام معهد بحوث الصرف بدراسات لتطوير تنفيذ مشروعات الصرف المغطى حيث يستخدم الان المواسير البلاستيك بدلا من المواسير الخرسانية ووضعت ضوابط استخدام الفلتر حول المواسير كما قام المعهد بوضع تصميم جديد للصرف فى مناطق الارز يؤدى الى زيادة الانتاج ووفرة مياه الرى .

١٨ ــ فى مجال استخدام مياه الصرف فى الرى فقد بدا التفكير فى هذا المشروع وتطبيقه فى مشروع ترعة السلام وتم حصر مياه المصارف وكمياتها ونوعيتها وتقسيمها الى مجموعات منها ما يستخدم مباشرة ومنها ما يستخدم عن طريق الخلط ومنها ما لا يمكن استخدامه لعدم صلاحيته اطلاقا فى الزراعة ويتم حاليا دراسة أثر استخدام مياه الصرف بنوعياتها المختلفة على خواص التربة وانتاجيتها للمحاصيل المختلفة .

١٩ ــ فى مجال الصرف ايضا وجد ان هناك بعض المناطق فى الوجه القبلى والتى تعانى من رشح مياه الرى من الاراضى المجاورة العالية وصعوبة صرف هذه الاراضى بالطرق التقليدية لذا قام معهد بحوث الصرف بالاشتراك مع معهد بحوث المياه الجوفية بدراسة تلك المناطق واقتراح أبار الصرف الرأسى مع استخدام مياه هذه الابار فى الرى .

٢٠ ــ تم دراسة أثر مشروعات ترشيد استخدام المياه وتطوير الرى على مقننات الصرف وبالتالى على سياسة اعادة استخدام مياه الصرف فى الرى .

٢١ ــ تم دراسة الرشح من ترعة الاسماعلية بعد توسيعها وتقييم أثر زيادة الرشح على الخزان الجوفى ومتطلبات الصرف الحقلى والعام ومقارنة ذلك بتكاليف تبطين الترعة وقد اشترك فى هذه الدراسة معهد بحوث المياه الجوفية ومعهد بحوث الهيدروليكا والطمى ومعهد بحوث ميكانيكا التربة والاساسات .

٢٢ ــ فى مجال دراسة مقاومة الحشائش المائية فقد استحدث فى مصر نظم المقاومة البيولوجية باستخدام أسماك المبروك آكلة الحشائش وأجريت عدة تجارب على بعض المصارف والترع لتقييم هذه الطرق وبدأت وزارة الرى فى التوسع فى استخدام وانشاء المفرخات التى توفر الاسماك المطلوبة . وفى الوقت نفسه يتم تطوير وسائل المقاومة الميكانيكية والكيمائية التى تحتم بعض الظروف العلمية استخدامها بجانب المقاومة البيولوجية .

٢٣ ــ فى مجال تصميم الترع بعد السد العالى قام معهد بحوث صيانة الترع والمصارف بعمل دراسة على بعض الترع المتزنة وتم أستنباط المعادلات التصميمية التى تتفق مع الارصاد الحقلية لمجموعات كبيرة من هذه الترع .

٢٤ ــ أجريت دراسة عن استخدام النماذج الرياضية فى تقدير النحر الشامل بنهر النيل وقد اثبتت الدراسة بالنماذج الرياضية ان تقديرات النحر السابقة لا تمثل الحقيقة وقدر النحر بحوالى ٢ متر على الاكثر بعد ١٥٠ سنة اعتبارا من عام ١٩٧٦ خلف قناطر اسنا .

٢٥ ـ تم انشاء بنك المعلومات المائية ويحتوى على ثلاثة أقسام الاول يختص بنظام الزراعة ويتضمن كافة البيانات والاحصاءات الزراعية وما يتعلق باقتصادياتها والثانى يختص بشبكات الرى ويشمل بيانات شاملة عن شبكة الرى والقياسات الهيدرولوجية الخاصة بالصرف كما يجرى حاليا توسيع هذا البنك باضافة المزيد من المعلومات والبيانات اللازمة لتخطيط وتنمية الموارد المائية . هذا واذ كنا قد سردنا بايجاز بعض الانجازات التى قام بها مركز البحوث المائية ومشروع الخطة المتكاملة فلا شك اننا نرى أن المركز بحق يعتبر الرائد الاول فى مجال تخطيط وتنمية الموارد المائية بمصر هذا بخلاف ما حققه المركز من أيجاد جيل مدرب من الباحثين يقومون بالبحث والدراسة باستخدام الاساليب المتطورة . وقد اشترك المركز بابحاثه العديدة فى كثير من المؤتمرات العلمية فى الداخل والخارج .

٣ ـ السياسات التى ساهم مركز البحوث المائية فى أعدادها :

١ ـ السياسة المائية :

ساهم مركز البحوث المائية فى أعداد السياسة المائية لمصر فى ظل الموارد المتاحة الحالية والمستقبلية ويتم تحديث هذه السياسة من حين الآخر حسب المتغيرات التى تطرأ على الظروف المحيطة بمصادر الموارد المائية المختلفة .

٢ ـ خطة تطوير الرى :

ساهم المركز فى أعداد خطة تطوير الرى على المستوى القومى شاملة الاراضى القديمة والجديدة وقد اجريت الدراسات لتأكيد ما اقترح من سياسات واخذت النتائج فى الخطة القومية لتطوير الرى التى يصير تنفيذها حاليا .

٣ ـ سياسة الصرف :

ساهم المركز فى أعداد سياسة متكاملة عن الصرف سواء الصرف العام أو المغطى على مستوى الجمهورية .

٤ ـ خطة تطوير مجرى نهر النيل :

تبنى مركز البحوث المائية مشروع الخطة المتكاملة لتطوير مجرى نهر النيل بعد السد العالى وذلك من حيث حماية جوانبه من الانهيارات وحماية القناطر المقامة عليه .

ونود أن نذكر أخيرا اننا أردنا أن تقدم فى هذه الورقة لفته سريعة الى دور البحث العلمى فى تخطيط وتنمية مصادر المياه حيث انه لابد للاستغلال الامثل لمصادر المياه من وجود خطة علمية متكاملة للبحث والدراسة فى جميع الاتجاهات مع تكوين الفرق البحثية وفى مجالات التدريب الفنى انشى مركز للتدريب فى مجالات الموارد المائية يتبع حاليا مركز البحوث المائية ويتولى تدريب المهندسين والفنيين فى مجالات مختلفة للموارد المائية .

هذا بخلاف ما يقوم به المركز من ايفاد البعثات العلمية بالخارج للتدريب على الأجهزة الحديثة ومسايرة التقدم العلمى بمختلف دول العالم .

ويقوم المركز أيضا بأرسال البعثات العلمية للحصول على الدرجات العلمية المختلفة مثل الماجستير والدكتوراه وقد أصبح هناك عدد كبير من العاملين الحاصلين على الدرجات العملية المختلفة . وان كنا قد أوجزنا فكرة عن ما قام به مركز البحوث المائية من دراسات معينة الا أن هناك مجلدات ضخمة موجودة بالمركز والمعاهد المختلفة التابعة له لمن يرغب فى الحصول على مزيد من التفاصيل العلمية والتكنولوجية .

٤ ـ الاستشعار من بعد والموارد المائية :

من ضمن التكنولوجيات التى صار التوسع فى استخدامها فى مصر حديثا الاستشعار من بعد للبحث عن تنمية الموارد المائية والاستفادة من صور الاقمار الصناعية .

وقد انشى باكاديمية البحث العلمى والتكنولوجيا مركزا للاستشعار من بعد ساهم فى دراسات عدة لها علاقة بامكانيات المياه الجوفية نورد منها على سبيل المثال الدراسات الهيدرولوجية لمنخفض توشكا جنوب أسوان واستخدامه كمفيض مساعد للسد العالى وكذلك الدراسات الخاصة بالنواحى الجيولوجية لمنطقة السد العالى ودراسات التسرب من حوض السد .

وتساهم هذه التكنولوجيا حاليا فى دراسات أمكانيات المياه الجوفية بمناطق الحجر الرملى النوبى وصحراء سيناء .

واستخدمت ايضا صور القمر الصناعى لاندسات فى اختيار موقع النفق الذى أقيم عند القنطرة تحت قناة السويس وتم دراسة الطبقات الحاملة للمياه واثبتت الدراسة أن هناك علاقة بين تذبذب مستوى سطح المياه بقناة السويس ومنسوب سطح المياه الجوفية بالمنطقة واستخدمت أيضا صور القمر الصناعى لاندسات فى دراسة المورد الأرضية لدراسة منطقة بحر الجبل بجنوب السودان بمنطقة

جونجلى لبحث أمكانية التنمية الزراعية وتوزيع الأراضى حسب نوعيتها وتم تحديد خمس مجموعات من الأراضى .

وقد أوضحت الدراسة مدى الفاعليه بالنسبة للاقتصاد فى الوقت والتكاليف لدراسات الموارد الأرضية والمائية بأستعمال صور لاندسات .

كما اتضح ان الطبيعية الشمولية والبعد الزمنى اللذان توفرهما صور الاقمار الصناعية لها نفع خاص لم يكن من المتيسر الحصول عليه أقتصاديا بطريقة أخرى .

٥ ـ اللجنة القومية الهيدرولجية :

لقد شكلت أول لجنة قومية للهيدورلوجيا فى مصر عام ١٩٦٥ تضمنت مجموعة من علماء مصر فى مختلف التخصصات ذات الصلة بعلوم الهيدرولوجيا . وقد شاركت مصر فى أنشطة البرنامج الدولى للهيدرولوجيا وأنتخبت عضوا بالمجلس الدولى الحكومى عدة مرات .

ومنذ أنشاء اللجنة وهى تعمل فى مجالات نشر وتبادل علوم الهيدورلوجيا وتكنولوجياتها والقيام بدراسات كان من أهمها تطوير وسائل الرى التقليدية فى مصر ودراسات الخزان الجوفى للحجر الرملى النوبى ، الترسيب فى الخزانات الكبرى ، صيانة الموارد المائية فى المناطق الريفية ، وأستخدام النظائر المشعة فى حسابات التسرب وعمر المياه وغيرها . بجانب ما تقوم به اللجنة من برامج تدريبية أهمها برنامج هيدرولوجيا البيئة الذى ينظمه سنويا بمساهمة من اليونسكو كما تنظم اللجنة مع الحركة العالمية للعلوم مؤتمرا دوليا فى نوفمبر هذا العام عن المياه من أجل البشرية

٦ ـ خاتمـــه :

ان مصر معروفة منذ قدم التاريخ بنشاطها فى مجال ضبط النيل ومشروعات تنمية الموارد المائية الكبرى والزراعة الا ان التقدم العلمى الكبير فى مجالات الهيدرولوجيا وتكنولوجياتها قد استوجب قيام المؤسسات العملية المختلفة فى مصر بالعمل على تنسيق الجهود للالحاق بالركب العالمى . فأنشئت مؤسسات علمية مختلفة بعضها أكاديمى تتمثل فى التوسع فى أنشاء الجامعات بأقسامها المتخصصة فى علوم المياه وأكاديمية البحث العلمى والتكنولوجيا بمجالس بحوثها المتخصصة والبعض الآخر أخذ الجانب العلمى التطبيقى كمركز البحوث المائية ومركز البحوث الزراعية .

وكان لابد أن تشكل اللجان العلمية التى تضم العاملين فى مجالات المياه بمصر لتتناول وجهات النظر وأقتراح مشروعات لها الطابع التكاملى .

وكان من هذه اللجان اللجنة القومية للهيدرولوجيا التى أنشئت فى أطار لجنة قومية كبرى للموارد المائية والهيدرولوجيا والرى والصرف والسدود بشعبها المختلفة وارتبطت هذه الشعب باللجان والمؤسسات العالمية .

ولا شك أن فى تكامل فروع المياه وعلومها فى لجنة كبرى فائدة بدأت الدولة فى جنى ثمارها بخروج سياسات قومية لترشيد استخدامات المياه وتنمية مواردها المختلفة وقد تناولت هذه الدراسة المقدمة بعض من هذه الانشطة والسياسات .

مجلس ادارة جمعية المهندسين المصرية

١٩٨٥

١ ـ الأستاذ الدكتور محمد محمد الهاشمى	رئيس الجمعية
٢ ـ المهندس عبد الوهاب البشرى	نائب الرئيس
٣ ـ المهندس ابراهيم نجيب ابراهيم	نائب الرئيس
٤ ـ المهندس الدكتور محى الدين سليم	الأمين العام
٥ ـ المهندس اشرف حسن علوبه	الأمين العام المساعد
٦ ـ الأستاذ الدكتور احمد خالد علام	امين الصندوق
٧ ـ المهندس حسن محمد حسن	ممثل جمعية المهندسين المعماريين
٨ ـ الأستاذ الدكتور مصطفى الحفناوى	ممثل جمعية المهندسين المدنيين
٩ ـ المهندس نزيه احمد امين	ممثل جمعية المهندسين الميكانيكيين
١٠ ـ المهندس صلاح عامر	ممثل جمعية مهندسى الكهرباء والالكترونيات
١١ ـ الأستاذ الدكتور مصطفى شعبان	ممثل جمعية المهندسين الكيميائيين
١٢ ـ د. مهندس فاروق ابو العلا قناوى	ممثل جمعية مهندسى المناجم والبترول والفلزات
١٣ ـ الأستاذ الدكتور مصطفى سليمان	ممثل جمعية مهندسى الرى
١٤ ـ الأستاذ الدكتور عزيز احمد يس	عضو
١٥ ـ المهندس حامد القداح	عضو

أخبار الجمعيات

تنظم جمعية مهندسى المناجم والبترول والفلزات دورات متخصصة للعاملين فى مجال البترول من خريجى الجامعات فى الموضوعات التالية :

الميعاد	الدورة	المحاضر
من ١٩٨٧/١/١٧ الى ١٩٨٧/١/٢٢	اعداد الخرائط تحت السطحية لحقول البترول والغاز	أ.د. يسرى أسعد أستاذ كرسى هندسة البترول كلية الهندسة جامعة القاهرة
من ١٩٨٧/٢/٢١ الى ١٩٨٧/٢/٢٦	محاكاة المكامن وتطبيقاتها على الحاسب الآلى	د. محمد حلمى صنيولح أستاذ مساعد هندسة البترول كلية الهندسة جامعة القاهرة

وستلقى المحاضرات بكلية الهندسة جامعة القاهرة قسم التعدين .

ورسم اشتراك الدورة ٢٠٠ جنيه (مائتى جنيه مصرى لا غير) للفرد الواحد تسدد بشيك باسم / جمعية مهندسى المناجم والبترول والفلزات ، أو نقدا بمقر الجمعية .

لمزيد من التفاصيل يرجى الاتصال :

١ ـ أ.د. عبد الرازق عبد الحليم ـ قسم التعدين ـ كلية الهندسة جامعة القاهرة

٢ ـ الأستاذ سيد المنيلاوى ـ السكرتير الادارى ـ جمعية المهندسين المصرية ٢٨ شارع رمسيس ـ القاهرة تليفون ٧٤٠٤٨٨ .

Conclusion :

The calculated capillary pressure curves for core samples of known porosity, air permeability, and irreducible water saturation according to this study are in good agreement with those measured in the laboratory. Thus, the new method is considered a reliable approach to determine capillary pressure curves in drainage process.

References :

(1) Leverett, M.C. : Capillary behaviour in porous solids. Trans. AIME, 142. 152 (1941).

(2) Hassler, G.L., Burner, E., and Dlahi. T.J. : Role of capillarity in oil production. Trans. AIME, 155, 155, (1944).

(3) Owen, J.F. : Electric logging in Quinduno Field, Roberir Country, Taxas. Symposium on formation evaluation, AIME, Oct., (1955). o m

(4) Slobod, R.L. and Blum, H.A. Method for determining wettability of reservoir rocks. Trans. AIME, (1952).

(5) Thomeer, J.H.M. : Introduction of pore geometrical factor defined by the capillary pressure curves. J.P.T., March, (1960).

(6) Hadidi, T.A., Abdel Mawla, R.A., and Abdallah, E.M. : Pore geometrical factor as defined from capillary pressure curves and its influence on W/O relative permeability. Faculty of Engineering Bull Cairo Univ., Paper 2, (1973 - 1974).

(7) Swanson, B.F. . A simple correlation between permeabilities and mercury capillary pressure. J. P. T., Dec., (1981).

(8) Abou Saif, M.A., Khattab, H.M.; and Shalaby, S.E. : A new approach for estimating the absolute permeability from capillary pressure data. Jour. Egypt. Soc. of Engineers, v 24, 2, (1985).

(9) Burdine, N.T., Gournay. L.S. and Reicherty, P.O. : Pore size distribution of reservoir rocks. Trans. AIME, (1950).

(10) Welge, H. J. and Bruce, W.A. : The restored state method for determination oil in place and connate water, Drilling and production practice, American Pet. Inst., (1947).

(11) Purcell, W.R. : Capilary pressures - Their measurement using mercury and the calculation of permeability therefrom. Trans. AIME, (1949).

(12) Slobod. R.L. Adele Chambers, and Prehn, W.L. : Use of centrifuge for determining connate water, residual oil and capillary pressure curves of small core samples. Trans. AIME, (1951).

The comparison between the obtained curves (From Table 3) and the measured curves is illustrated by Fig. (6), from which it seems evident that the curves determined by using the present method is in agreement with those measured in the laboratory. This confirms the validity of the present method.

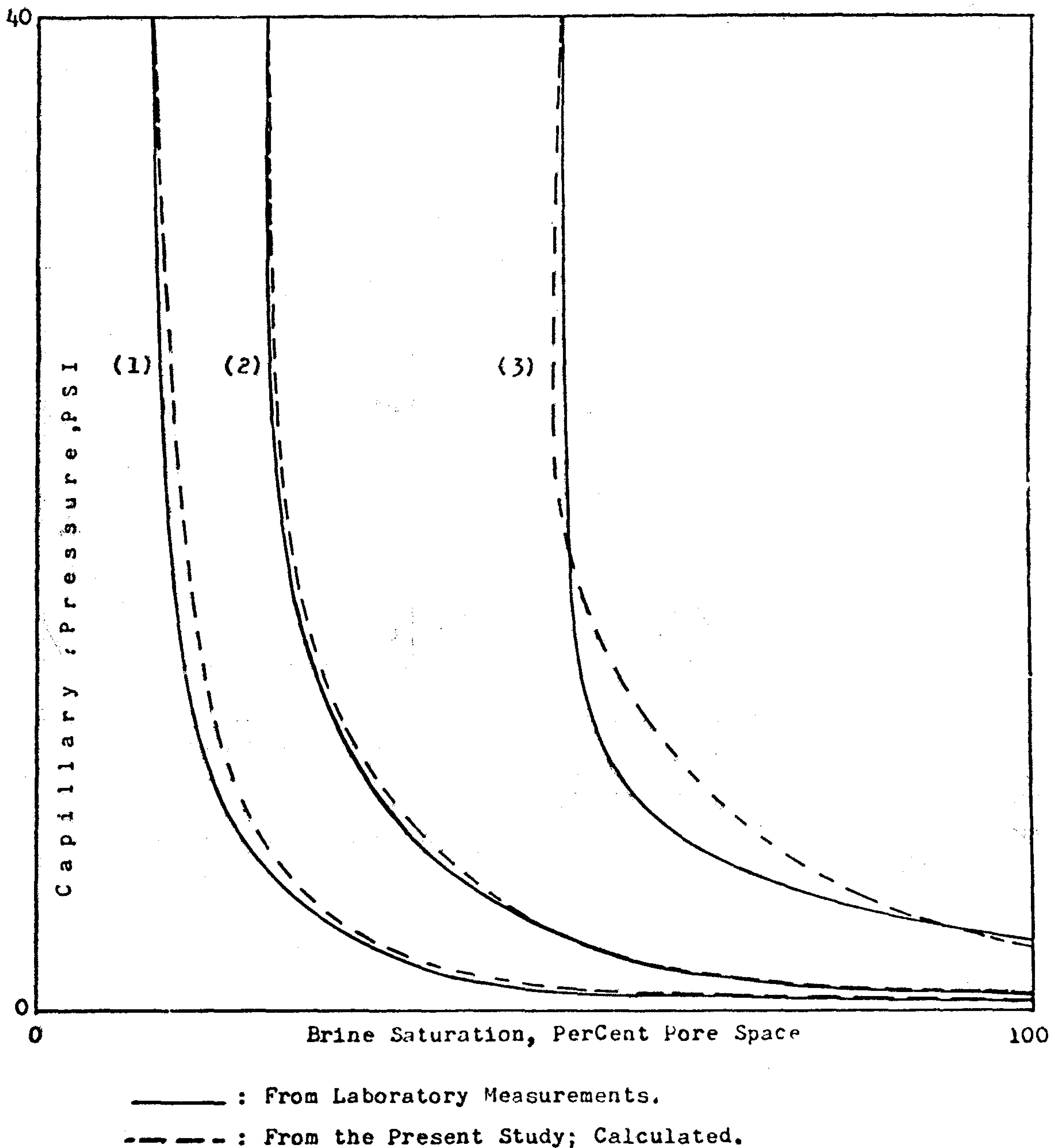


Fig. 6 : Comparison between capillary preasure curves drawn from laboratory measurements and the calculated curves from the present study for samoles(1),(2), and (3).

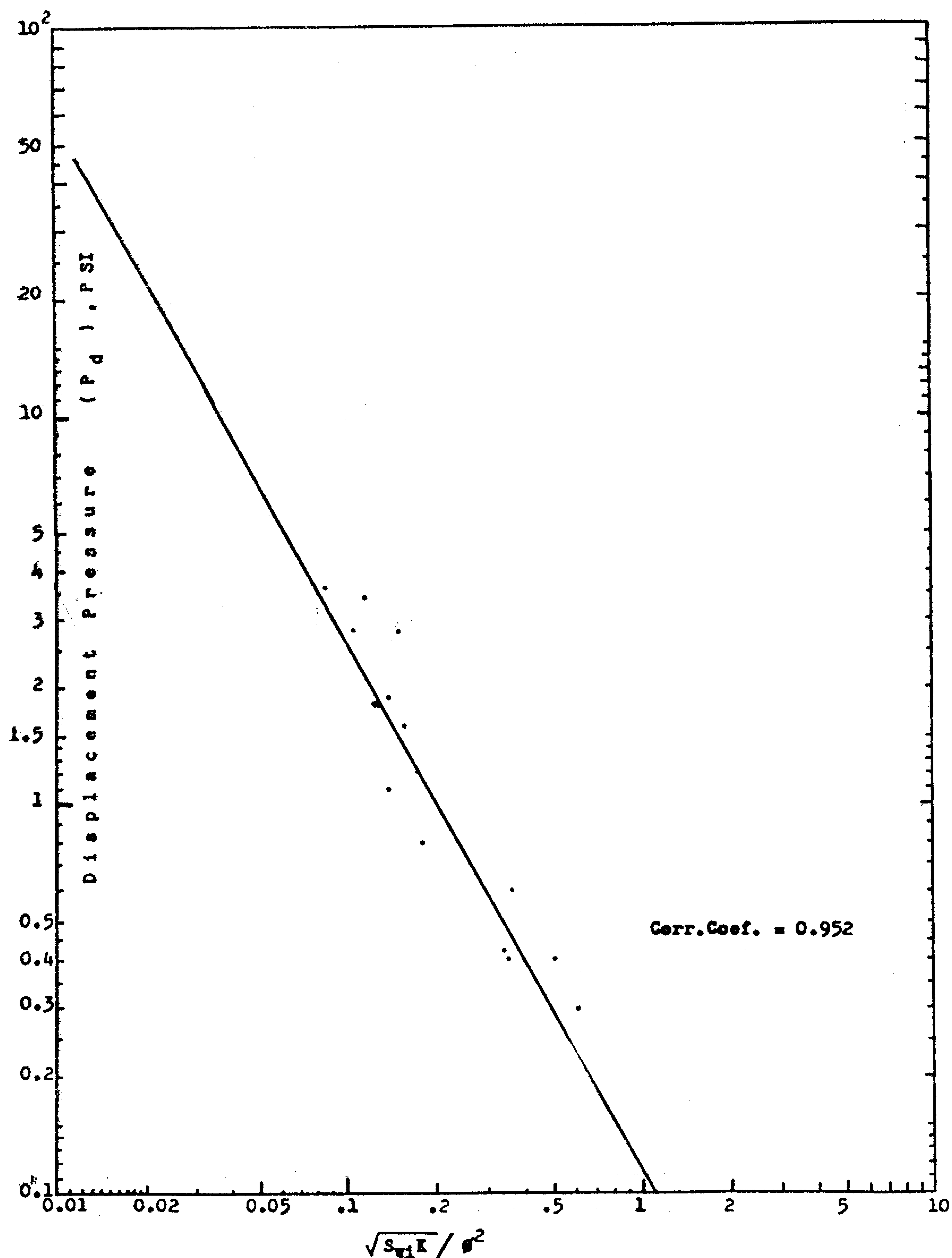


Fig. 5 The relationship between displacement pressure Pd and $\sqrt{S_{wi}K}/\phi^2$

S_w %	P_c (From equation 3b)		
	Sample 1	Sample 2	Sample 3
100	0.23	0.43	2.5
90	0.29	0.58	3.45
80	0.38	0.80	4.97
70	0.52	1.17	7.42
60	0.74	1.80	11.90
50	1.13	3.01	20.70
41.3	-	-	37.20
40	1.88	5.62	-
30	3.67	12.60	-
23	-	26.6	-
20	9.31	-	-
11.2	34.98	-	-

Table (3)

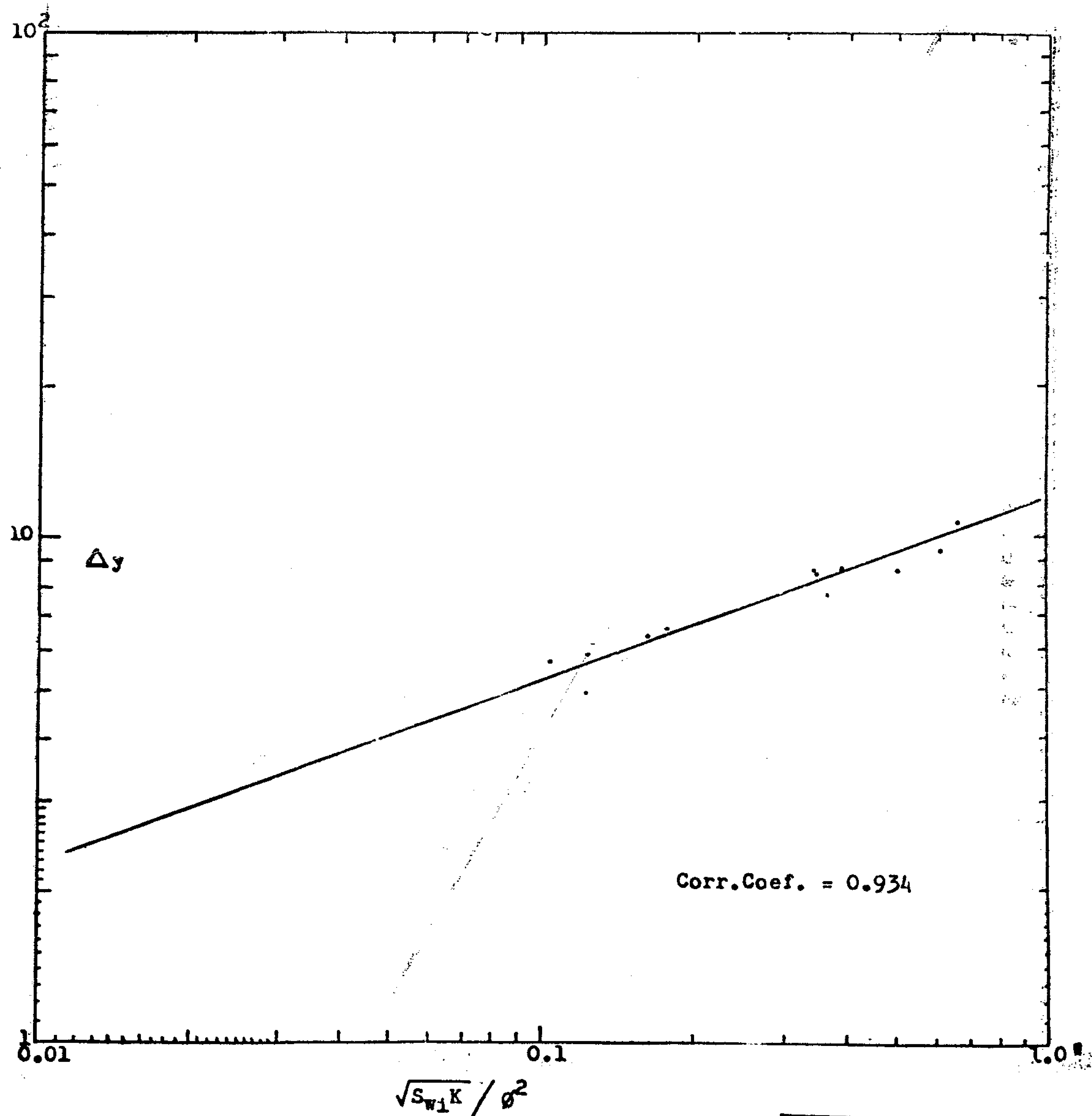


Fig. 4 : illustrates the relationship between $\frac{\sqrt{S_{wi}K}}{\phi^2}$ and Δy

The slope (m) of any of these lines can be deduced as illustrated by Fig. (3) according to the following:

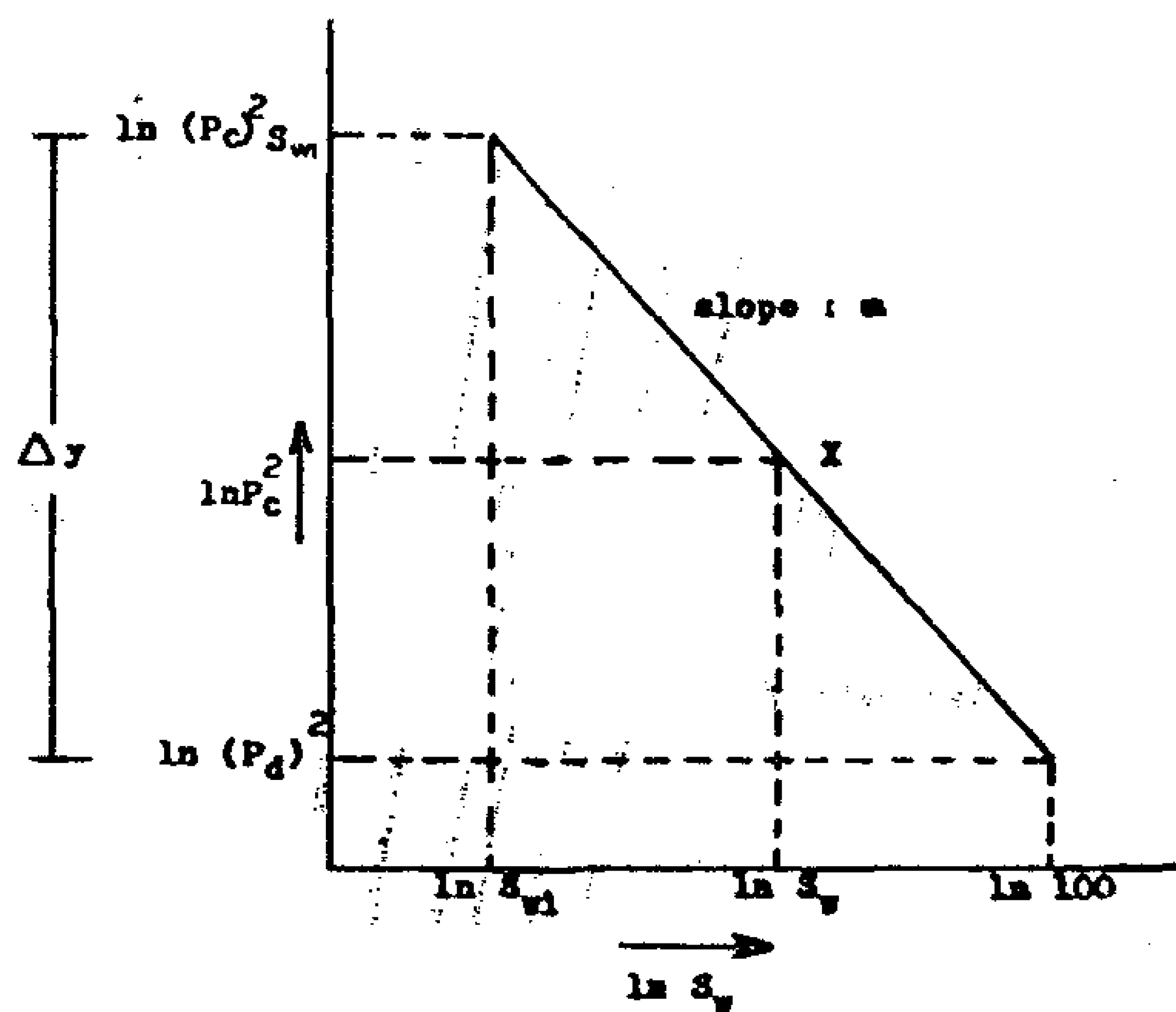


Fig. 3 : The relationship between the slope (m), of the line and Δy, where:

$$\Delta y = \ln (P_c)^2_{S_{wi}} - \ln (P_d)^2$$

$$m = \frac{\Delta y}{\ln 100 - \ln S_{wi}} \qquad (1)$$

$$\text{Where } \Delta y = \ln (P_c)^2_{S_{wi}} - \ln (P_d)^2 \qquad (2)$$

$(P_c)_{S_{wi}}$ = Capillary pressure at the irreducible water saturation , psi.

P_d = Displacement pressure , psi.

For any point on the line, the general form of equation (1) can be expressed as follows:

$$m = \frac{\Delta y - (\ln P_c^2 - \ln P_d^2)}{\ln S_w - \ln S_{wi}} \qquad (3a)$$

— From Figs, 1A, 1B, 1C, and 2, Table 1, and Equation 2; Fig. 4 is constructed giving a straight line relationship.

- The relationship between P_d and $\frac{\sqrt{S_{wi} K}}{\phi^2}$ values is, also, drawn and illustrated by Fig. (5).

— From Figs. (4) and (5), the capillary pressure curve for any sample of known porosity ϕ, permeability K, and irreducible water saturation S wi can be obtained as follows:

1- Knowing ϕ, K and S_{wi} calculate $\sqrt{S_{wi} K} / \phi^2$, find the corresponding value of Δ y from Fig (4), and value of Pd from Fig. (5).

2 — Calculate m from equation (1).

3 — Knowing the values of m, Δ y, and Pd; the capillary pressure saturation relationship can be obtained from equation (3a) rearranged in the following form:

$$\ln P_c^2 = (\ln P_d^2 + \Delta y) - m (\ln S_w - \ln S_{wi}) \qquad (3b)$$

Applications:

To asses this method, three actual sandstone samples are taken; the application of the method can be illustrated as follows:

Sample No.	Given Data			Calculated Data			
	K mD.	ϕ %	S_{wi} %	$\frac{\sqrt{S_{wi} K}}{\phi^2}$	Δ y Fig.4	P_d, psi Fig. 5	m Eq. 1
1	547	13.9	11.2	0.628	10.05	0.23	4.591
2	197	11.5	25	0.378	8.25	0.43	5.612
3	48	20.8	41.3	0.1074	5.4	2.5	6.102

Table (2).

Then, construct the following table (Table 3) from equation (3b):

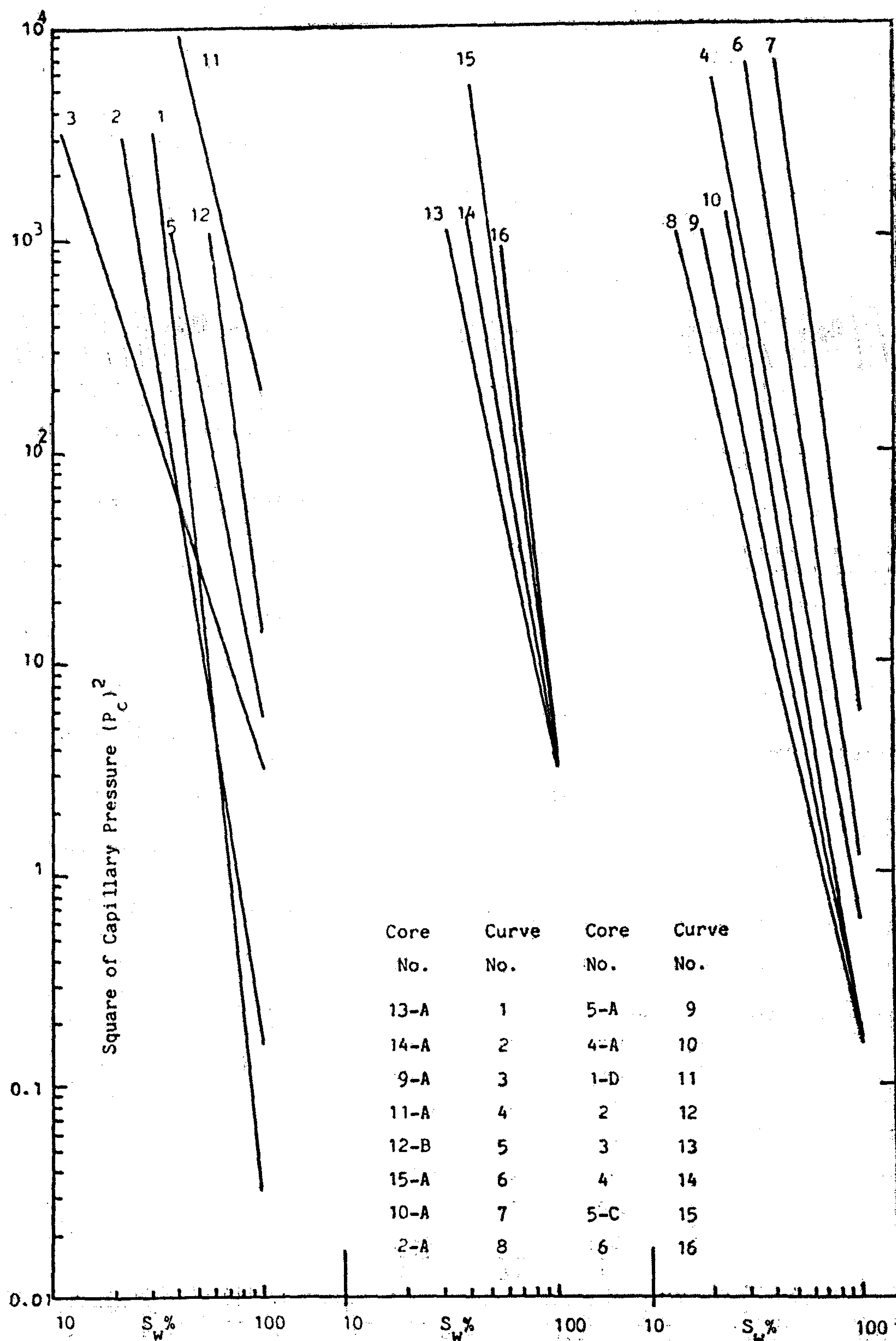


Fig.2 : Relationship between the square of capillary pressure $(P_c)^2$ and water saturation (S_w).

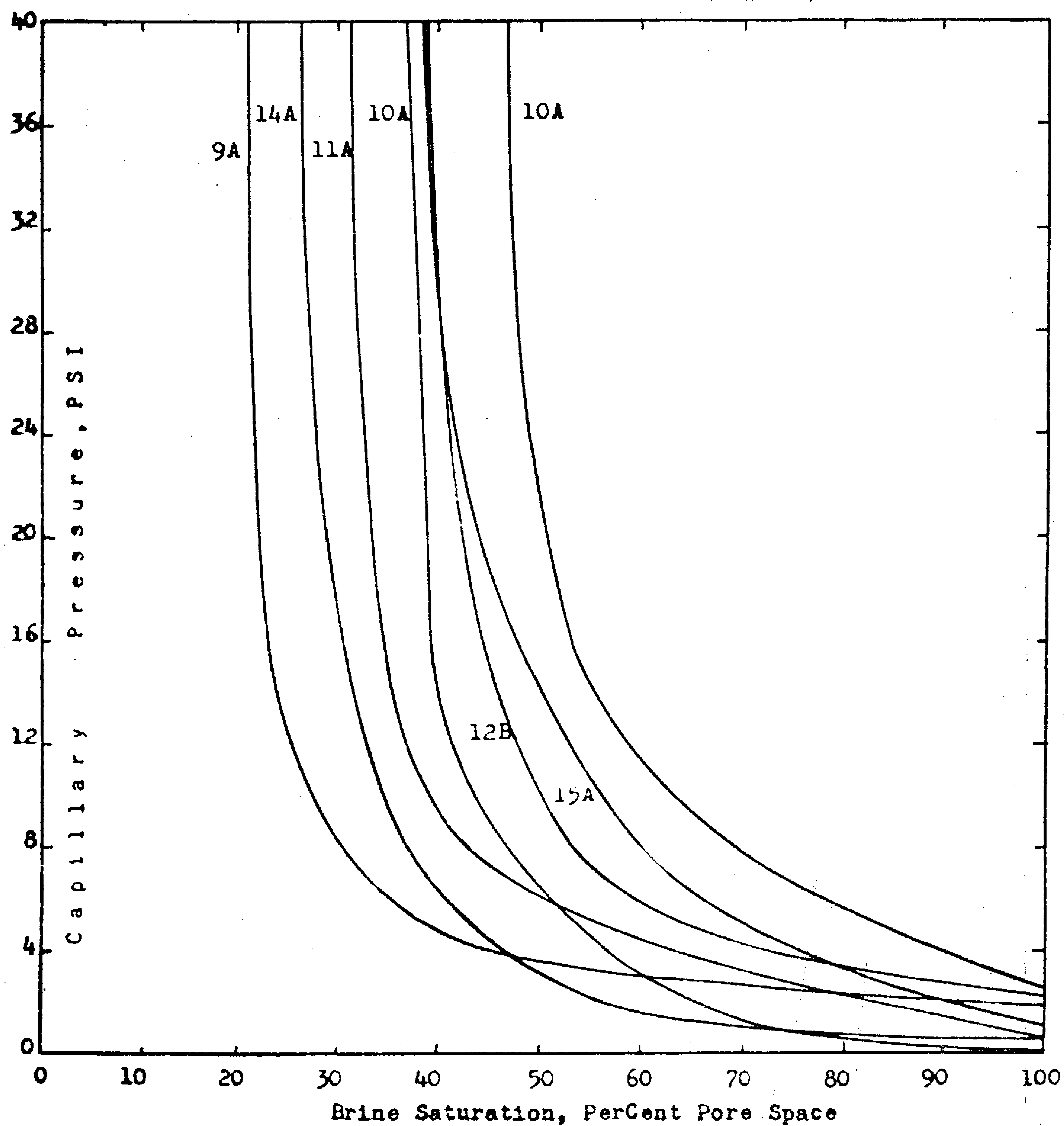


Fig. 1C : Capillary Pressure Curves For Samples 9A, 14A, 11A, 13A, 15A, 12B, and 10A.

The relationship between the square of the capillary pressure $(Pc)^2$ and the water saturation S_w is constructed on a log-log paper giving straight lines as illustrated by Fig. (2). The difference in location and shape of these lines are accounted for by the differences in the physical properties of the samples.

Sample Number	Field	Air Permeability, mD.	Porosity, %
2	Agiba	27	21.2
3	Agiba	345	27.8
4	Agiba	128	13.2
5C	Agiba	101	13.8
6	Agiba	93	15.7
2A	R.B.	327	13.4
4A	R.B.	72	10.5
5A	R.B.	144	12.0
1D	R.B.	0.52	5.7
13A	R.B.	208	13.4
14A	R.B.	168	13.7
9A	R.B.	88	16.9
11A	R.B.	42	14.1
12B	R.B.	42	11.7
15A	R.B.	12	12.5
10A	R.B.	6.2	11.6

Table (1) : Identification and Physical properties of the samples

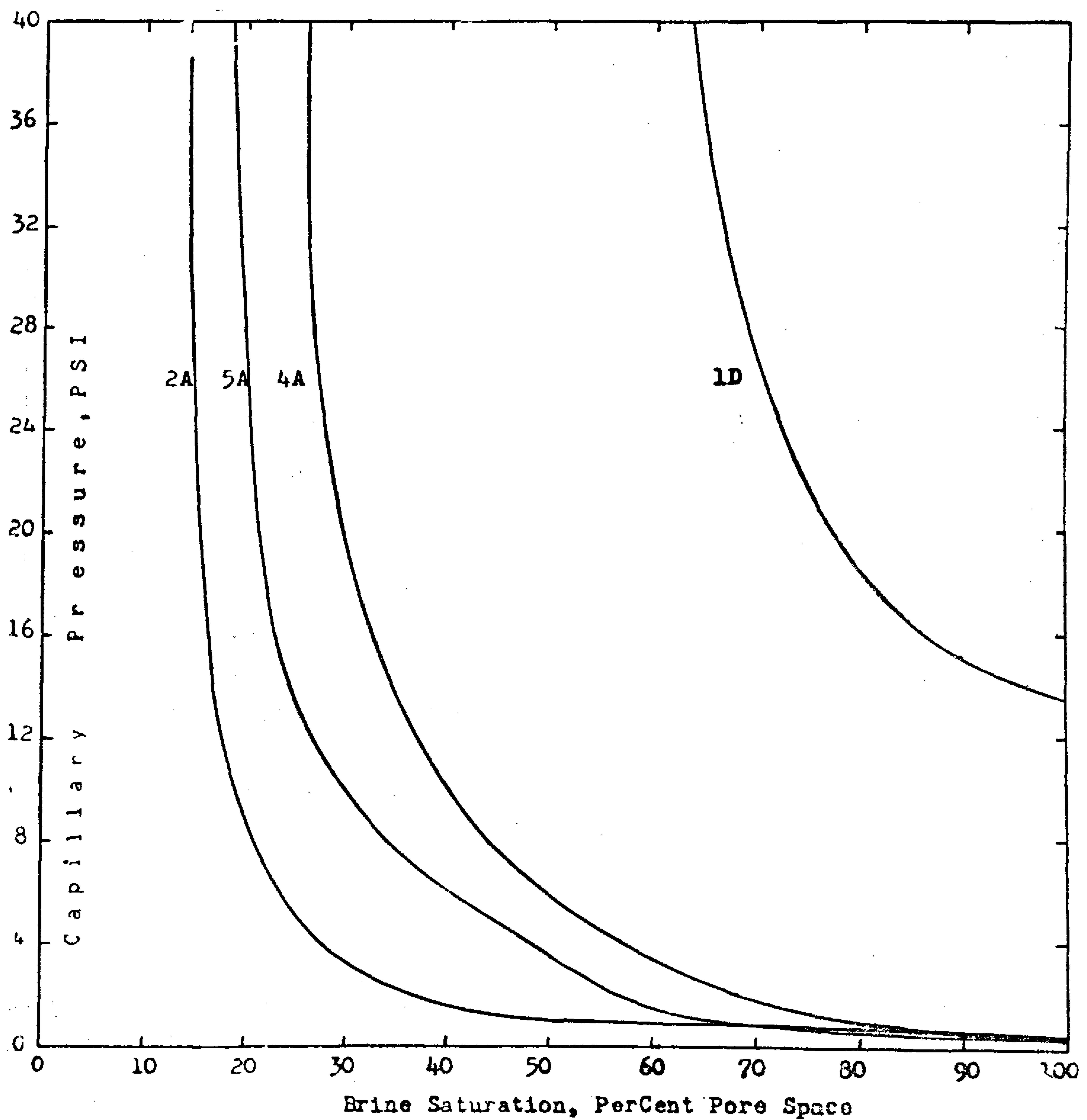


Fig.1B : Capillary Pressure Curves For Samples 2A, 5A, 4A, and 1D .

(1) requires long cores sufficient to represent continuous sections, which are not always available. The diaphragm method (10) is time consuming as it requires from 10 to 40 days for a complete determination of the capillary pressure curve of a single sample. The mercury injection method (11) has two serious disadvantages; one is the differences in wetting properties and the other is the permanent loss of the core samples. The cetrifugal method (12), has the difficulty of accounting for the increase in speed of reaching equilibrium.

The purpose of the present study is to develop a simple method for determining the capillary pressure curves for core samples of known porosity (Φ), absolute permeability (K), and irreducible water saturation (Swi) in case of drainage process. This method has the advantage of overcoming the limitations of the previous methods.

Procedure :

Sixteen samples from the Nubian Sandstone (Cretaceous) from two oilfields - Agiba and Ras Badran, Gulf of Suez, Egypt - have been used. Porosity (Φ). air permeability (K), and capillary pressure curves of these samples are given in table (1) and figures 1A, 1B, and 1C.

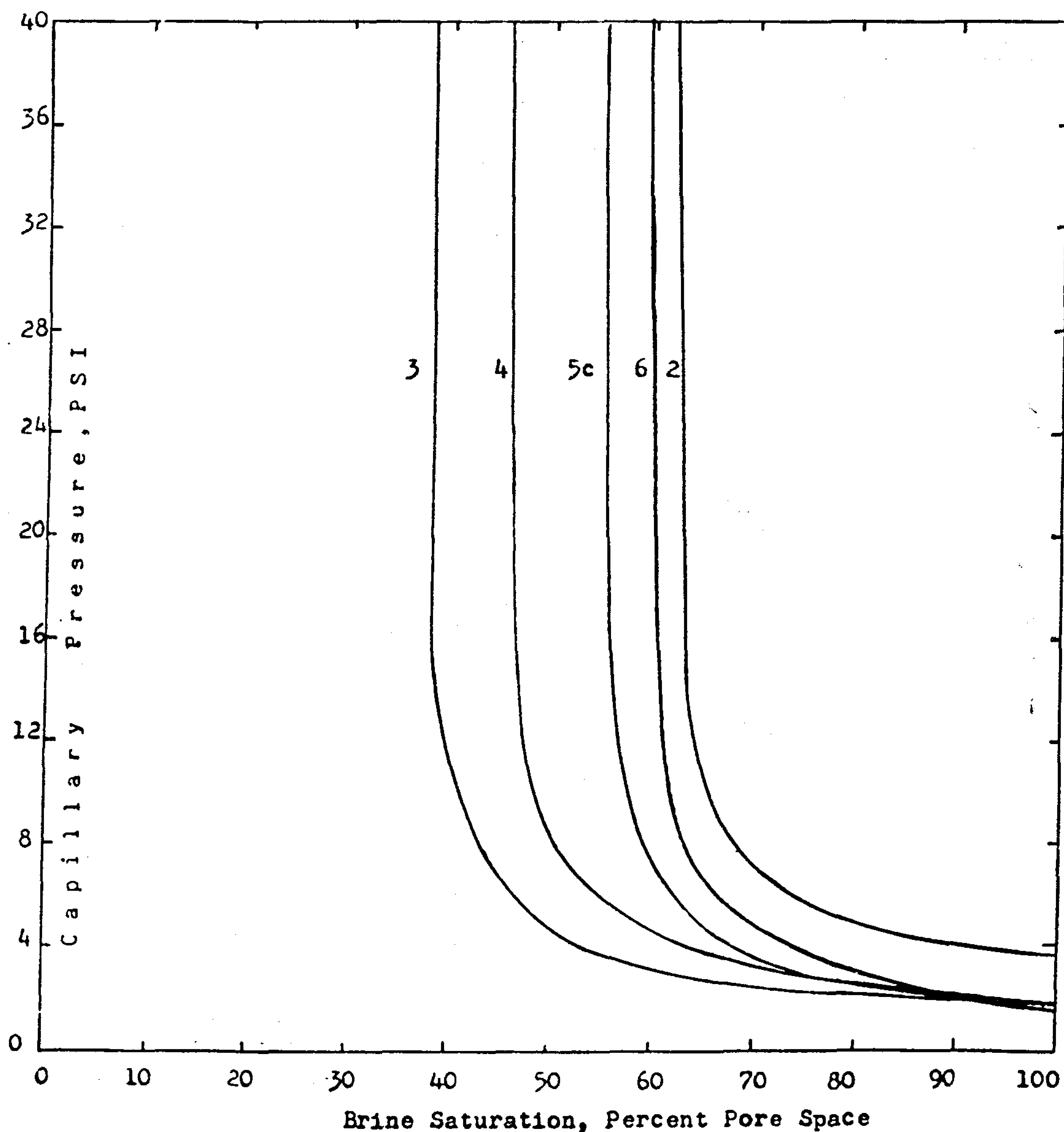


Fig.1A : Capillary Pressure Curves For Samples 3, 4, 5c, 6, and 2.

DETERMINATION OF CAPILLARY PRESSURE CURVES FROM PHYSICAL PROPERTIES OF RESERVOIR ROCKS

By

Hamid M. Khattab*, Nabih A. Alsayed*, Shouhdi E. Shalaby*

and Nasser A. Fawzy**

Abstract:

Capillary pressure curves are of great importance for studying reservoir performance. The present study is an attempt to obtain the capillary pressure curves in drainage process for samples of known porosity, permeability, and irreducible water saturation. The metod overcomes the limitations of the previous methods and gives results which are in good agreement with those measured in the laboratory.

Introduction:

Capillary pressure curves, generally, reflect some of the fundamental characteristics of the porous medium. They also depend on the fluid properties and saturations (1) and (2).

Several parameters concerning the production performance could be determined by using these curves. These parameters include; the transition zone, the wettability characteristics, the pore geometry, the relative permeability curves, and the absolute permeability.

The thickness of the transition zone depends upon the individual fluids and the internal pore structure arrangement of the reservoir rock. Accordingly, the depth of cementation, and/or perforation intervals can be determined and thereby prevent production of water (3).

Wettability of reservoir rocks is of great importance in that the distribution of the fluids in the interstices is a function of the wettability. Since the reservoir rocks are for the most part, aggregates of small minerals and rock fragments it is not possible to determine the wetting properties by direct measurement of contact angles or sessile drop ratios (4). However, by analogy with the effect of wetting properties on capillary pressure curves, an indirect measurement is indicated.

Pore geometry is affected by some rock properties such as grain size, grain shape, grain sorting, grain packing, and shale content (5) and(6). The capillary pressure curves relate the umber and the size of pores penetrated by the nonwetting fluid at a given capillary pressure.

Several methods have been used for determining the absolute permeability from capillary pressure curves (7) and (8). Burdine (9) determined the pore size distribution of reservoir rocks from capillary pressure curves and, also, presented a method for calculating the relative permeability curves from the obtained results of the pore size distribution. Values of relative permeability curves have a great influence on recovery calculations.

Several methods for measuring capillary pressure from core samples are in use, however, each has shown some limitations in applications. Leverett's method

*Seuz Canal University; Faculty of Petroleum and Mining Engineering.
**Al-Azhar University; Faculty of Engineering.

The quantity of produced steam per kg of waste (m_s) may be obtained from

$$m_s = \frac{H_s}{h_s - h_w}$$

where,

h_s = enthalpy of produced steam. kcal/kg.

h_w = enthalpy of boiler feed kcal/kg.

8. For electricity generation, surperheated steam at high pressure is admitted to a turbine connected to electric generator. The power at the turbine coupling per kg of wastes, Nc, may be presented by

$$N_c = \frac{m_s \cdot \eta_t}{S}$$

where,

S = theoretical steam consumption, kg/kWh

η_t = thermal efficiency of the turbine

The power generated per kg. of waste, N_G, is given by

$$N_G = \frac{m_s}{S} \cdot \eta_t \cdot \eta_g$$

where

η_g = generator efficiency.

9. The total power generated from a plant of capacity Mw in kg/h, N T, (kW) may be then given by

$$N_T = M_W \cdot \frac{m_s}{S} \cdot \eta_t \cdot \eta_g$$

ANNEX

Mathematical Procedure for Calculation of Generated Energy from MSW Incineration

1. The calorific value of wastes consisting of different species such as food wastes, paper, plastics, etc. can be determined from/16/

$$C_V = 80,600M_C + 34,400(M_H - \frac{M_O}{8}) - 22,800\ M_S$$

where C_v = calorific value of the waste kcal/kg,

M_C, M_H, M_O and M_S are mass fractions of carbon, hydrogen, oxygen and sulphur, respectively in wastes. Their values can be directly determined by chemical analysis of mixed wastes or from published information on composition of individual waste components.

2. The theoretical oxygen requirement in in kgs for complete combustion of 1 kg of wastes, W_O.

$$W_O = 2.67M_C + 8M_H + M_S.$$

The actual amount of air used for an excess air fraction of x is obtained from

$$W_a = 4.762\ (1 + x) \times (2.67\ M_C + 8\ M_H + M_S)$$

3. The weight of flue gases per kg of wastes, W_f, may be given by

$$W_f = 4.762\ (1 + x) \times (2.67M_C + 8M_H + M_S) + \sum_{i=1}^{n} M_i$$

where $\sum_{i=1}^{n} M_i$ is the total mass fraction of combustible elements in wastes.

4. The heat losses, H_L, may be presented by

$$H_L = h_r + h_{w1} + h_{w2}$$

where h_r = radiation and convection losses from the incinerator. kcal/kg wastes.,

h_{w1} = heat loss in evaporation of moisture of wastes, kcal/kg waste.,

h_{w2} = heat loss in evaporation of water resulting from combustion, kcal/kg waste.

$h_r = \lambda . C_V$

where,

λ = fraction of calorific value of wastes lost from incinerator,

$h_{w1} = \delta_w . L_{w1}$

where,

δ_w = moisture content of wastes kg/kg wastes.

L_{w1} = heat of vaporisation of moisture, kcal/kg,

$h_{w2} = 9\ M_H . L_{w2}$

where,

L_{w2} = heat of vaporization of combustion water.

5. The net heat value, H_n, may be given by

$$H_n = C_V - H_L$$

6. Average gas temperature, T(°C), is obtained from

$$T = \frac{H_n}{c_p W_f} + t$$

where, c_p =specific heat of flue gas mixture, kcal/kg.°C,

and t = ambient temperature, °C

7. For a boiler efficiency ηb the heat utilisted for steam generation, H_s, is given by

$$H_s = \eta_b . H_n$$

constraints comprise high net waste disposal costs relative to other options such as composting and landfilling in addition to unensured market for by-products. However, incineration should be utilized in the disposal of hospital and other hazardous industrial wastes. Special situations such as unavailability of land may also dicate the use of MSW incineration.

In essence, incineration is more hygienic, much less land demanding than other prospective MSW disposal techniques, and can be a net energy producer. However, under Egyptian prevailing conditions, it would be more costly and completely wasteful of the much needed fertilization value of the wastes.

REFERENCES

1. Thome-Kozmiensky, K.J, "Energy and Material Recycling", Proc Int. Recycling Congr., Berlin, Vol. 1, pp. 1-12. Springer Verlage, Berlin (1979).

2. National Research Centre, "A Study of Solid Waste Management in Damietta City", (1983).

3. National Research Centre, "A Study of Solid Waste Management in Giza City", (1985).

4. Norconsultant A. S. and S. M. EL-Hakim and Associates, "Solid Waste Management Study", EGY/76/001-13, Suez Canal Region Feasibility and Design Study, (1982).

6. EL Halwagi, M.M. and S.R. Tewfik, "Treatment of Urban Solid Waste; Review and Comparative Assessment under Egyptian Conditions", Biocycle, under publication.

7. National Strategy for Development and Utilisation of New and Renewable Sources of Energy, Ministry of Electricity and Energy and U.N. July (1982)

8. Paatero, J. "The Collection, Transport and Treatment of Waste in Developing Countries", Paper presented at UNEP Seminar on Integrated Planning for Human Settlements, Moscow 18-26 Nov. (1985).

Thome-Kozmiensky, K.J., Verbrennung von Abfallen. EFVerlag (1985).

10. Rubel, F.N., "Incineration of Solid Wastes", Noyes Data Corporation, (1974).

11. Martin, A.E. "Small Scale Resource Recovery Systems", Noyes Data Corporation, (1982).

12. Nels, C., "Energy Recovery by Incineration of Solid Wastes in the Federal Republic of Germany", Waste Management and Research 2, 37-51 (1984)

13. Diaz, L.F., G.M. Savage, and G.C. Golueke, "Resource Recovery from Municipal Solid Wastes", CRC Press (1982)

14. Thome-Kozmiensky, K.J., Proc. Int. Recycling Congr., Berlin, Springer Velag (1984).

15. Mitsui-Brown Boveri, "Industrial Steam Turbines"; Mitsui Eng. and Shipbuilding Co., Ltd.

16. R.C. Corey, «Principles and Practices of incineration», Wiley-Interscience P. 20 (1969).

Table (3)

Economic indicators for incineration with energy recovery.

Item	Incineration with steam generation	Incineration with electricity generation
1. Capital investments (LE/ton daily capacity)	59,000	60,000
2. Operating expenses (LE/ton wastes)		
- Maintenance and labour (5% of capital)	8.5	10.0
- Utilities (25 kWh/ton at LE 0.08/kWh, 0.01 tons fuel/ton at LE 160/ton for electricity and 80% of this value for steam generation).	1.4	1.8
- Others (2% of capital)	3.5	4.0
Total operating expenses (LE/ton wastes)	15.0	17.8
3. Depreciation (10% annually and 300 days operation), LE/ton MSW	17.0	20.0
4. Total cost, (LE/ton MSW)	32.0	37.8
5. Cost of unit product		
LE/ton steam at 1 ton steam/ton MSW	32.0	
LE/kWh at 200 kWh/ton MSW		0.19
6. Net disposal cost (LE/ton MSW)		
- At price of steam 22. LE/ton and 70% load factor	16.6	
- At price of electricity LE 0.08/kWh and 80% load factor		25.0

(1985 cost figures)

CONCLUSION

Though municipal incineration with energy recovery is a common practice in developed countries, it is not seen to have high prospects under local conditions due to both technical and economic limitations. Sophisticated technology, corrosion problems and low energy recovery are the major technical limitations. The economic

Table (1)

Design factors employed in the estimation of energy generation.

— Calorific value	Cv=1500-2000 kcal/kg
— Radiation and convection losses	15 % of calorific value
— Boiler efficiency	0.60
— Generated steam temperature and pressure	300°C, 20 atm
— Turbine thermal efficiency	0.72-0.82 /15/
— Theoretical steam consumption	4.10 kg/kwh
— Generator efficiency	0.95

Table (2)

Steam generation from MSW

Calorific value of wastes kcal/kg	Steam generated (at 300°C, 20 atm) ton/ton of wastes
1500	0.76
1600	0.92
1700	1.00
1800	1.08
1900	1.19
2000	1.27

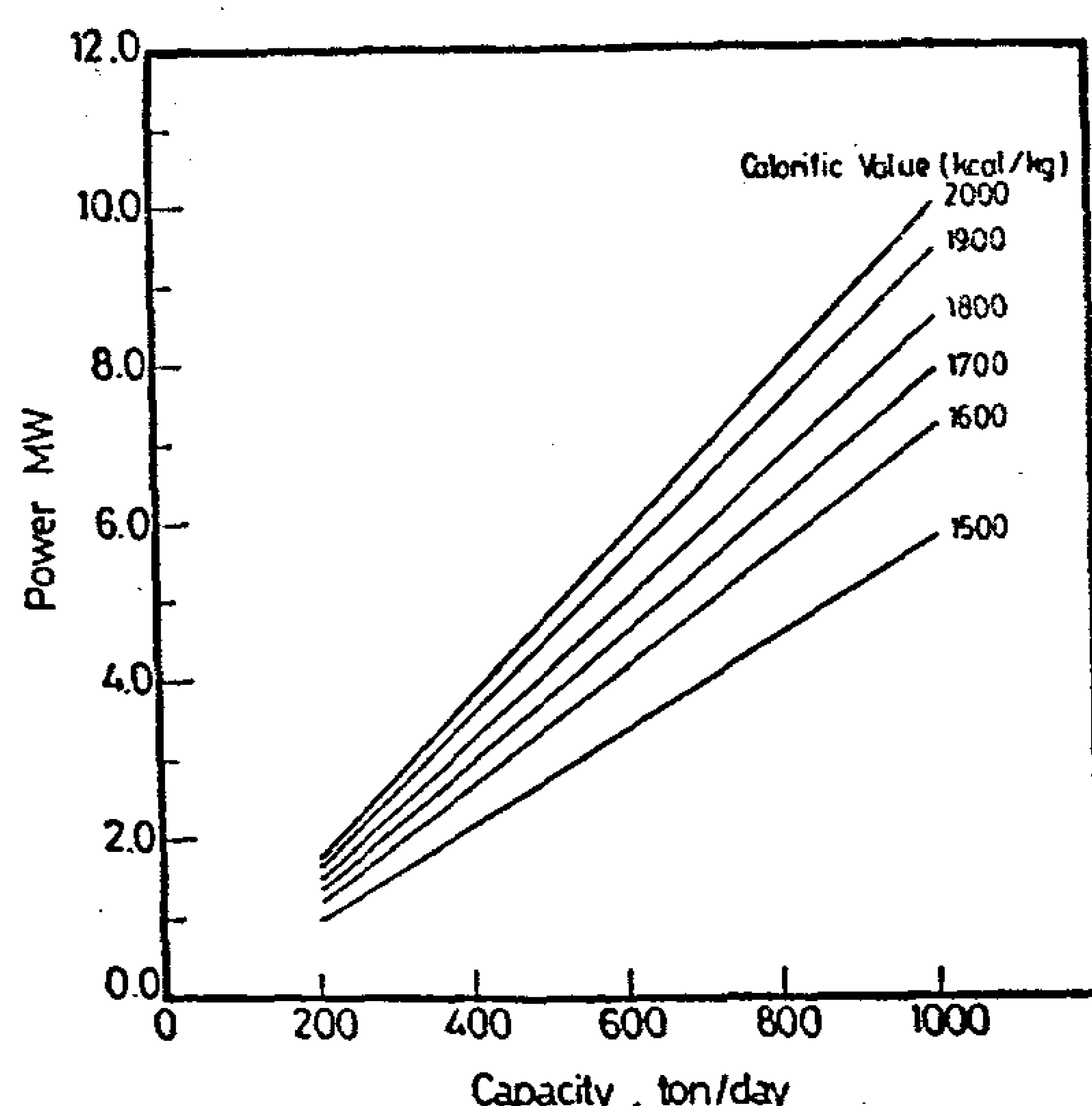


Fig. 3 . Power generation from local MSW

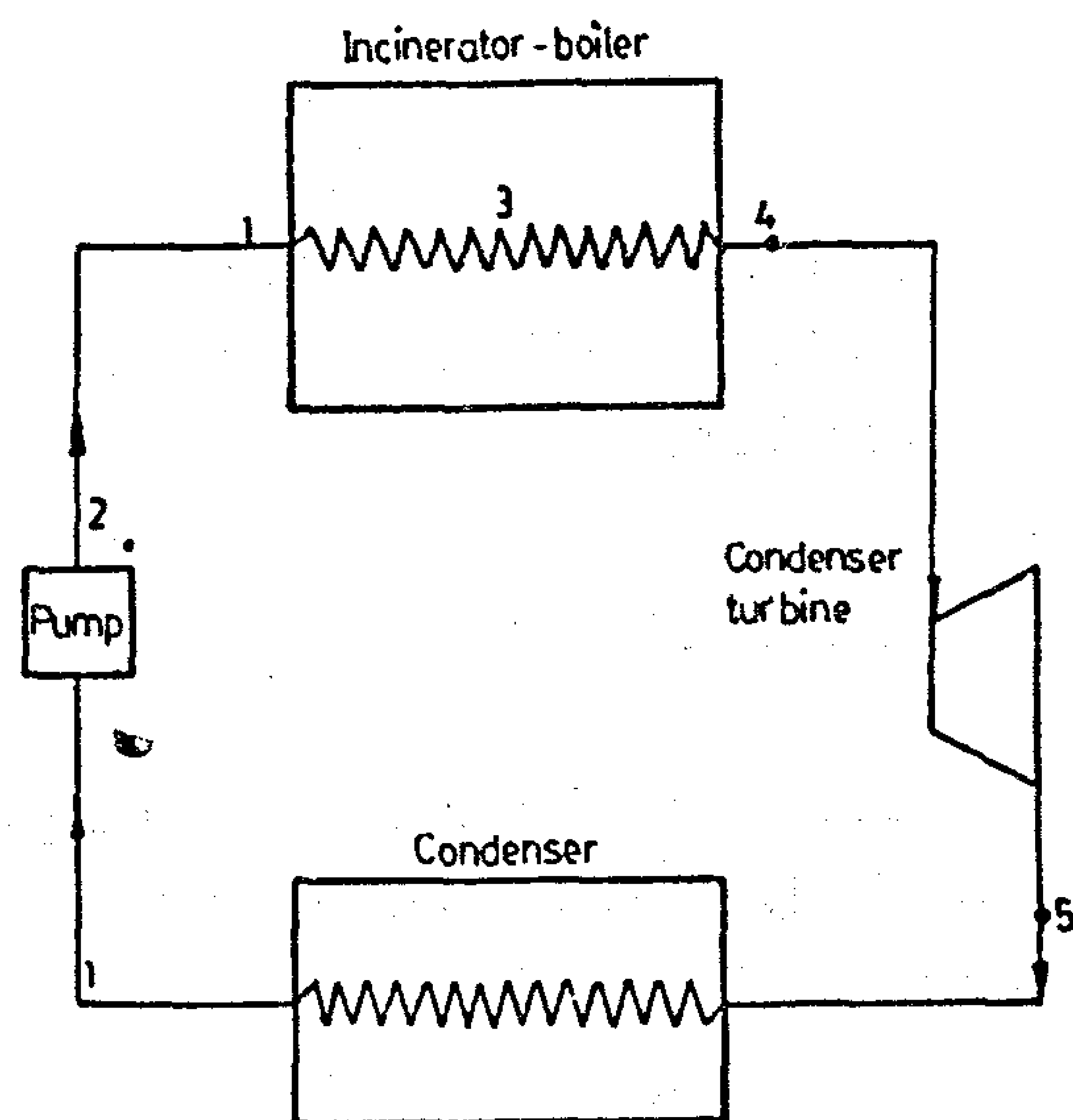
As exepected, due to lower calorific value and higher moisture content of Egyptian MSW as compared to European or USA values, the energy generated per ton of wastes is lower than average reported data /12/. For example at 1700 kcal/kg calorific value, steam generation is 1 ton as compared to reported figure of 1.7 tons per ton (at 2000 kcal/kg). Electricity generation is estimated to be about 200 kwh /ton, while a value of 350-400 kwh/ton is reported for MSW of calorific value of 2000 kcal/kg.

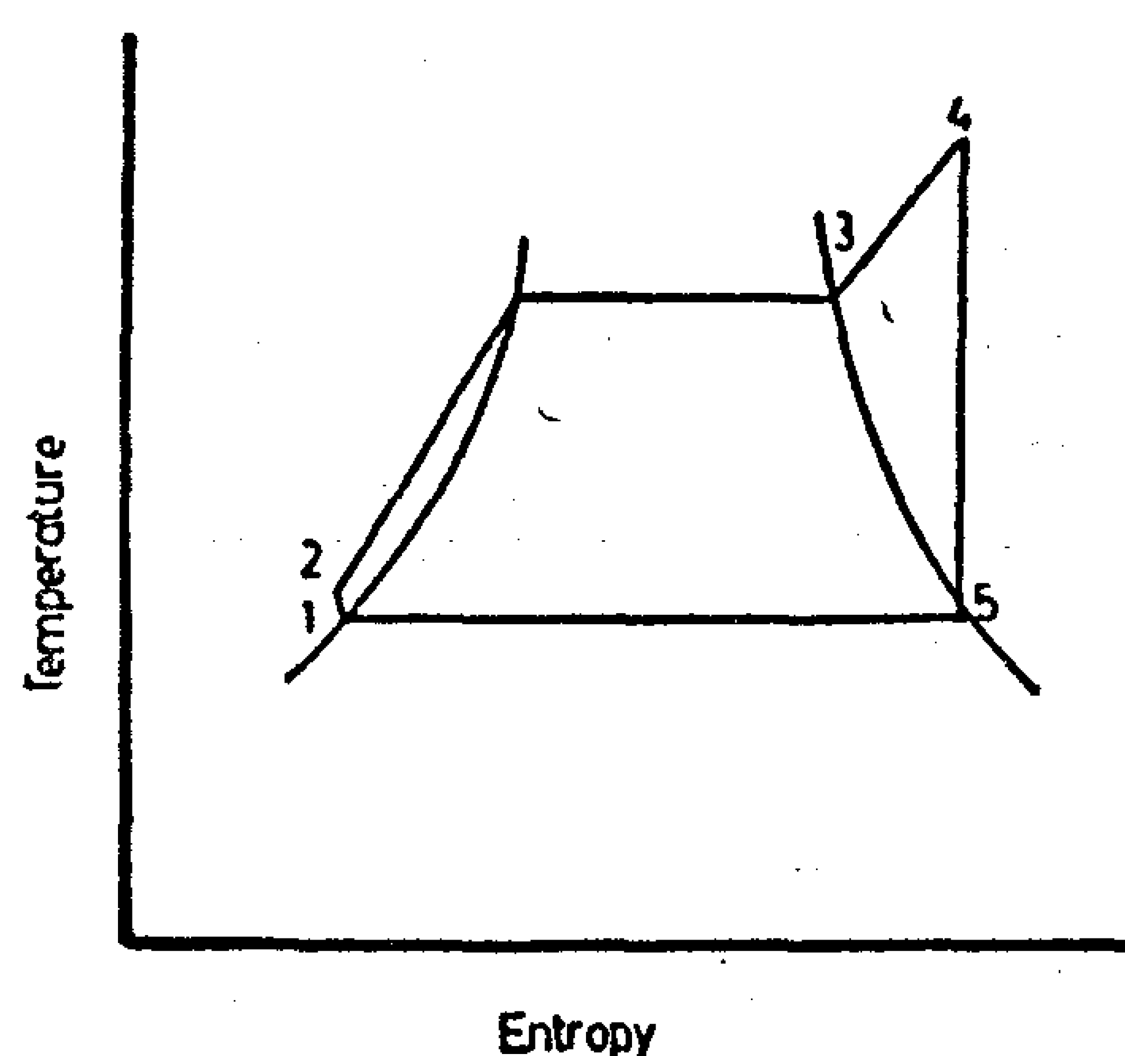
COST INDICATORS

The economics of incineration plants are highly dependent on the type, site and operational schedule. It is thus not surprising that capital costs as low as $ 10,000 and as high as $ 150,000 per ton daily capacity have been reported. Furthermore, the net cost of disposal of one ton of wastes varies between $ 5 and $ 30 and even more. However, in a recent study/3/order of magnitude estimates of incineration with energy recovery under local conditions have been conducted. Updated and revised cost data are summarised in Table (3).

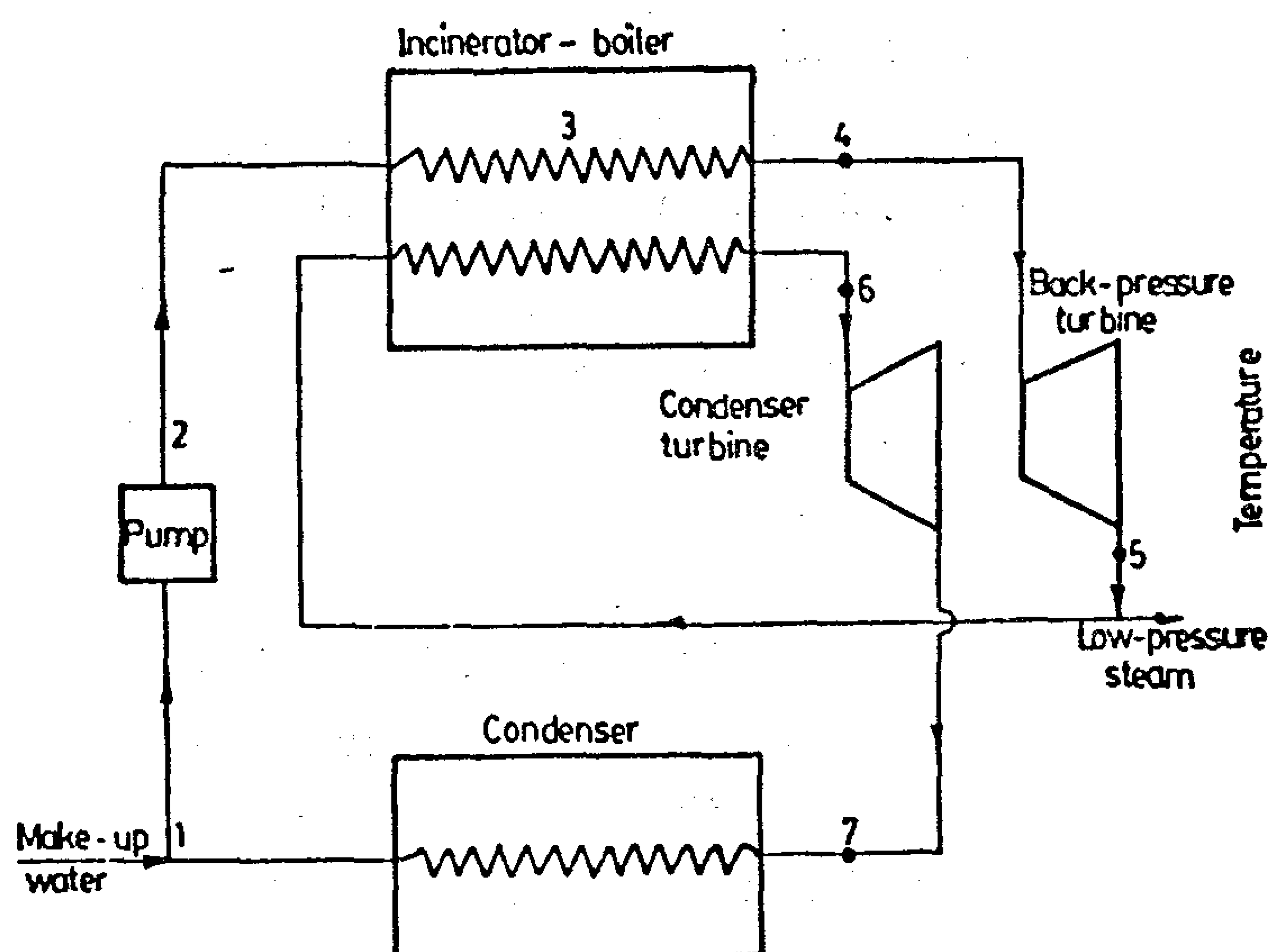
It is shown from these figures that the cost of generated energy does not compete with the current costs of conventional sources. Furthermore, the net cost of disposal of a ton wastes is in the range LE 16--25. This exceeds the cost for other methods which have been estimated to be about LE 11/ton for composting and LE 4/ton for sanitary landfilling.

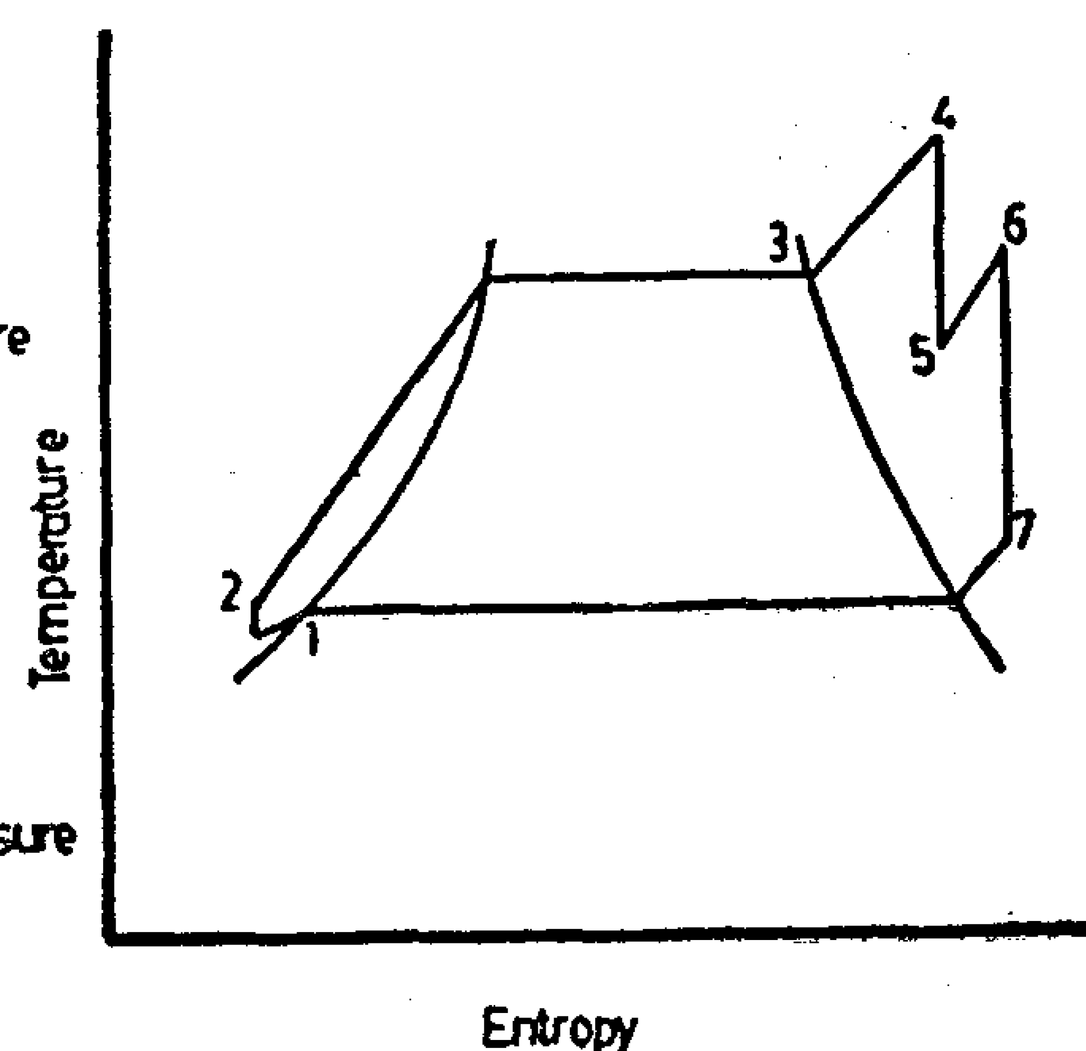
For typical calorific values in the range of 1500-2000 kcal/kg and plant capacities of 200-1000 tons/day, output energy in form of steam or electricity has been calculated according to design factors summarised in Table(1). Results are given in Table (2) and Figure (3).





a- Generation of electric power only





b- Cogeneration of electric power and steam.

Fig. (2) Alternatives for MSW Incineration Power Plants

ration has not been practiced under local conditions as a full-fledged disposal technique. Nevertheless, a number of small modern incinerators without energy recovery are planned to be installed in some specific sites in the near future. Up till now the dominating method of waste disposal is open dumps. It is only in the last few years that hygienic methods for waste treatment or disposal have been recognised. The first proper sanitary landfill is expected to operate in Cairo by the end of 1986. A number of windrow composting plants of moderate technology are currently under construction or in an early operational phase.

INCINERATION TECHNOLOGY : CURRENT STATE OF THE ART

Rapid development of incineration technology has been achieved during the last two decades to satisfy the following three major requirements : minimisation of residues, maximisation of recovered energy and its utilisation and the reduction of adverse environmental impact. Numerous types of sophisticated municipal incinerators are now available. These may be classified according to various systems including method of feeding of wastes, amount of combustion air and use of generated energy. The most common types include refractory-lined, waterwall, multiple hearth, fluidised bed, rotary kiln and modular (shipmounted) incinerators.

In typical operation, wastes are charged into the furnaces which may be rectangular or cylinderical in shape and may consist of only one or two chambers (primary and secondary). The secondary chamber is mainly used to provide the conditions necessary for complete combustion. The size and shape of the furnace are based upon a number of parameters among which are flow rates, residence time and bed depth. The temperature in the furnace is commonly maintained at 900-1000°C. The flow of the air and combustion gases is controlled by forced and induced draft fans to provide from 50-100% excess combustion air. The exhaust gases are treated by gravitational separators, dust filters, electrostatic precipitators and wet or dry scrubbers.

The heat of incineration may be utilised to raise steam which is directly used for industrial or district heating and/or is used to generate electricity. However, the success of energy utilisation is limited by both technical and economic factors. These include severe corrosion problems with boiler tubes and lack or unsteady market for generated energy.

Extensive information on design, performance, and economics of incineration plants is available in the literature/10-14/.

DESIGN CONSIDERATIONS

In order to undertake a techno-economic analysis of municipal incineration with energy recovery under local conditions, a short-cut mathematical procedure has been developed to quantify the energy output for typical systems with steam and/or electricity generation (cogeneration). The procedure is presented in Annex. Figure(2) shows the adopted systems for the cases of electricity generation and cogeneration,

In the following account, some design considerations and cost indicators for incineration with energy recovery under Egyptian conditions are discussed. The local energy status and practices and prospects of solid waste management in Egypt are first addressed.

CURRENT LOCAL ENERGY SITUATION

Recent studies/7/ estimated energy requirements to be about 65 million tons of oil equivalent (mtoe) by the year 2000 (which is about 2 folds the current consumption). It is anticipated that new and renewable energy sources will contribute about 5% of the total energy needs. In a previous work /6/, the annual quantity of MSW generated from larger cities has been estimated to be about 3 million tons. This is theoretically equivalent to about 0.45 mtoe as heating value which would be around 10% of this as end use. However, the actual contribution of MSW to energy is not only governed by conversion efficiency factors but it is also dictated by techno-economic considerations which are generally site specific in nature.

PRACTICES AND PROSPECTS OF MSW MANAGEMENT IN EGYPT

Some factors pertaining to MSW management in general and to incineration in part are briefly outlined in the following.

Waste quantities and characteristics

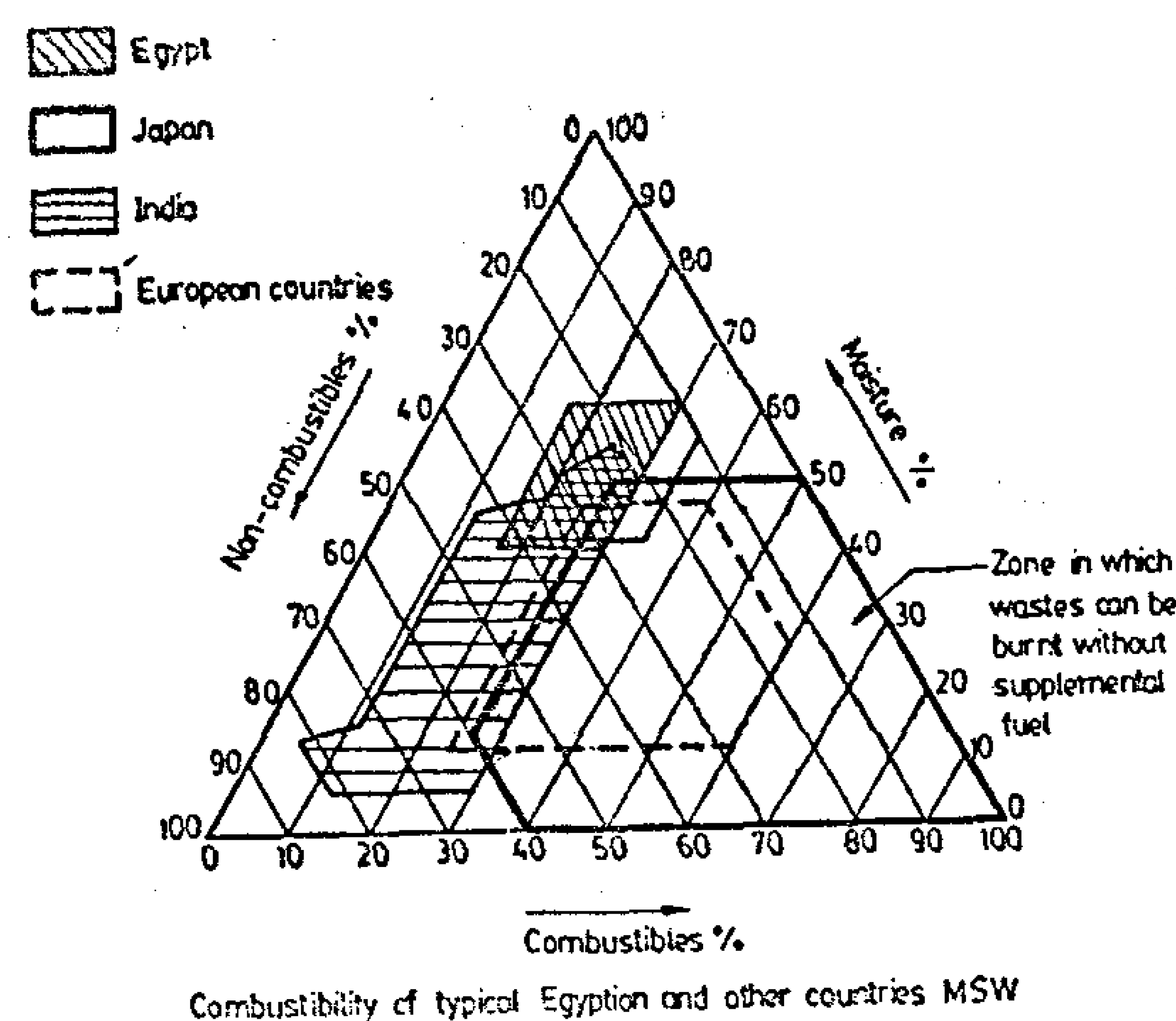
The generation rate has been estimated to be about 0.5 kilograms per person per day on the average. As typical of other middle east developing countries, wastes are rich in organic putrescible matter (50-60%), relatively poor in paper content (10-15%) and other recoverable materials such as plastics (1-2%), glass (2-3%), metals (2-3%) and textiles (2-3%).

The moisture content varies around 40% while the specific gravity is in the range of 0.2-0.3. The calorific value may be as low as 1500 kilocalories per kilogram to as high as 2000 for selected wastes.

Figure (1) depicts the combustibility of Egyptian MSW as compared to that of other countries/8,9/.

Collection and transportation implications

The collection and transportation are partly in the hands of private sector (zabbaleen) and partly the responsibility of the municipalities. Due to various constraints including financial limitations, rapid urban growth, weak public awareness, inadequate infrastructure, noncomprehensive planning, the current practice of collection and transportation is rather inadequate in most of the cities. Inspite of continuous efforts towards improvement, it is not expected that collection efficiencies would exceed 75% in the near future. Further, the irregularity of service necessitates high flexbility in any treatment or disposal facility. This is considered to be a rather serious limitation to incineration plants which require a continuous and regular flow of wastes for their efficient operation.



Combustibility of typical Egyption and other countries MSW

Current trends of treatment and disposal

Though a limited number of small incinerators without energy recovery have been used recently in some cities, incine-

INCINERATION OF MUNICIPAL SOLIDWASTES : PROSPECTS AND CONSTRAINTS UNDER LOCAL CONDITIONS.

S.R. Tewfik, M.H. Sorour, A.G. Abulnour, and M.M. El Halwagi

Pilot Plant Laboratory, National Research Centre. Dokki, Cairo, Egypt.

ABSTRACT

Recovery of energy from municipal solid wastes (MSW) has received wide interest eversince the 1973's energy crisis. Though several technologies are available for producing energy from MSW, yet, incineration is still the forerunner.

In this paper, the current practices and prospects for incineration of MSW in Egypt are discussed. The relevant factors affecting its appropriateness under local conditions are analysed and assessed. These include : the waste generation pattern and composition, technical, environmental and economic aspects. Results of this assessment tend to indicate that the prospects of incineration in Egypt will be largely confined to hazardous or special wastes.

INTRODUCTION

The energy problem motivated the utilisation of nonconventional renewable sources. One of such sources is the municipal solid wastes (MSW). Different potential alternatives for energy recovery from MSW include incineration, refuse derived fuel, pyrolsis, landfill gas and anaerobic digestion. The old experience with disposal of waste by incineration which goes back to the end of the nineteenth century stimulated the rapid development in the design, operation and hence widespread utilisation of MSW incineration plants. The share of incineration as a method of waste disposal ranges from as low as 5% in U.S.A., through a moderate figure of 20-30 % in many European countries, to as high as 70% in Switzerland and Denmark /1/, whereas the number of waste to energy plants is about 368 (as of 1983).

The situation is quite different in Egypt where proper solid waste treatment or disposal methods are in an early stage of application. Several comprehensive studies of solid waste management in Egyptian cities have been conducted during the last few years/2-5/. In addition, prospects for treatment and disposal under local conditions have been throughly investigated/6/. It has been accordingly deduced that the potentially appropriate candidates for treatment or disposal are sanitary landfilling, composting and incineration (and refuse derived fuel under special conditions). Comparison based on selected criteria involving technical, economic and environmental aspects has shown that these methods could be ranked in the order : sanitary landfilling then composting and lastly incineration.

However, studies also indicated that where land is scarce and market for compost is sceptical, incineration becomes a viable option. Moreover incineration is the sole appropriate system for the disposal of hazardous and special industrial wastes. —

REFERENCES

1. Dally, T.W., Durell, A.I. and Riley, W.F. «A New Method to «lock-in» Elastic Effects for Experimental Stress Analysis». I. Appl. Mech. Vol. 25, No. 2, pp. 189-195, 1958.

2. Erickson, P.E. and Rilley, W.F. «Minimizing stress concentration Around Circular Holes in Uniaxially Loaded Plates.» Experimental Mechanics, 18, No. 3, 1978.

3. Heywood, R.B., Designing by Photoelasticity, Chapman and Hall, Ltd., London, 1952.

4. Howland, R.C.J., «On the stresses in the Neighborhood of a Circular Hole in a Strip Under Tension», Trans., Roy. Soc. A., 229(1929-30), 49-86.

5. Hussein, M.Y. «Stress Concentration Around Crossed Mine Opening», Ph.D. Thesis, Assiut University, 1975.

6. Kirsch, G. Die Theorie der Eastiziätt Und die Bedürfnisse der Festigkeitslehre. 2. Ver. deut. Ing., 32, PP. 797-807, 1898.

7. Leven, M.M. «Epoxy Resins for Photoelstic Use». Proc. International Sumposium on Photoelasticity, Frocht, M.M. Ed., Pergamon Press, Oxford, PP. 145-165, 1963.

8. Peterson, R.E. «Stress Concentration Factors.» John Wiley and Sons, Inc. New York, 1974.

9. Savin, G.N. «Stress Concentration Around Holes.» Pergamon Press, New York, 1961.

10. Yassein, M.A. «Application of Photoelasticity to the Design of Multiple and Muliti-Crosse Mine Openings.» Ph.D. Thesis, Hungarian Acadmy of Sciences, 1980.

Fig. (1) shows that the boundary shear stress around the first opening when it was drilled to its half length, increases from the vertical axis to reach about 2 times the primary stress field at the horizontal axis. But in the case of the second opening when it was drilled to half its length in the presence of the first opening, Fig. (2) indicates that the boundary shear stress increases from vertical axis to reach about 2.9 times the primary stress field at the horizontal axis. This means that the shear stress around the second opening increases by about 40% than around the first one. Also it is found that the boundary of the second opening lies under heigh stress at all position compared with the first opening at the same stage of driving.

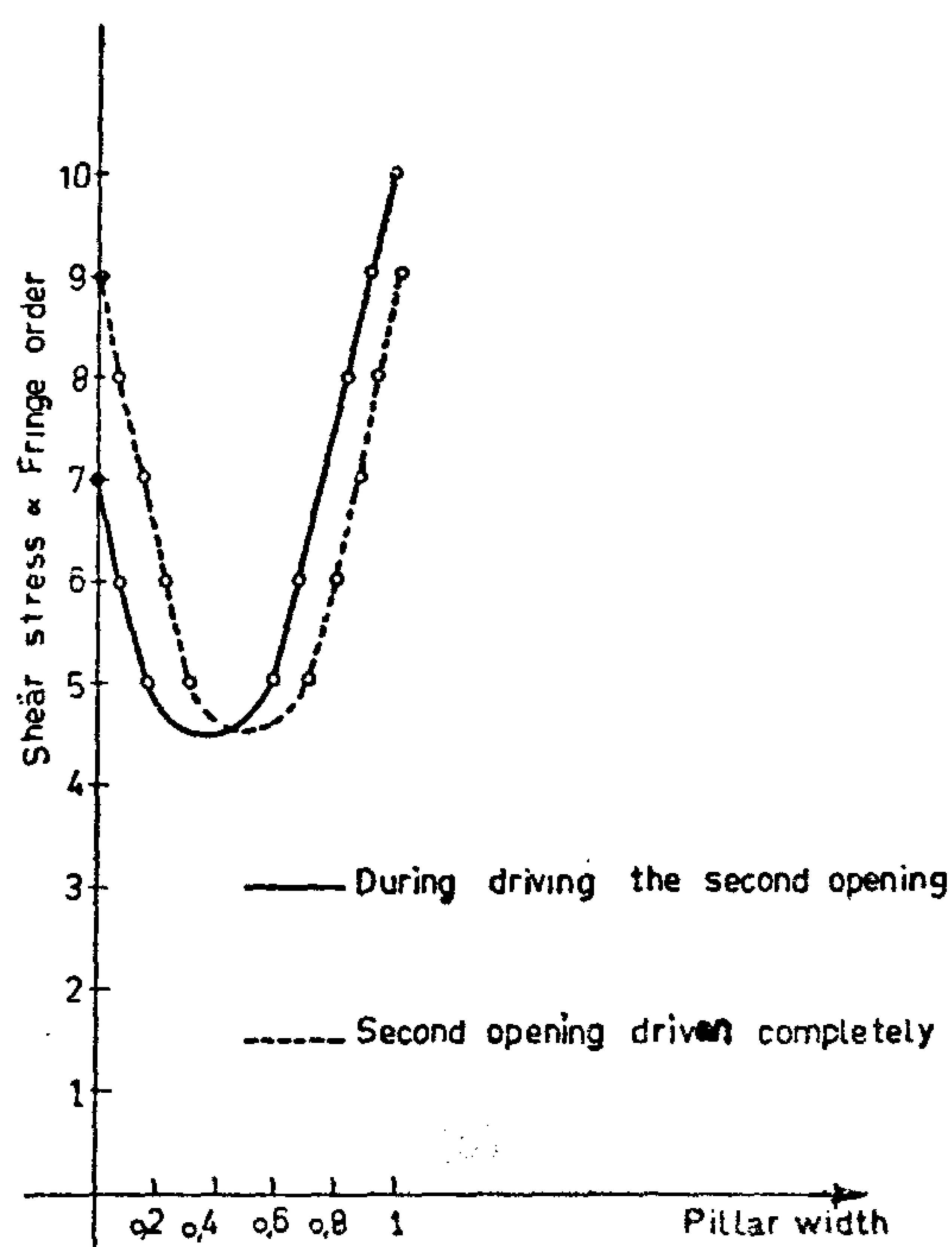


Fig. (3) Shear stress Distribution in Pillar During Driving the Second Opening

To show the effect of the presence of the first opening on the stress distribution through the pillar during the driving of the second opening, the shear stress in fringe order is plotted against the width of the pillar both when the second opening is drilled to its half length and when the second opening is drilled completely as shown in Fig. (3).

Fig. (3) indicates that the shear stress increases on the side of the first opening during the driving. This increase is found to reach about 10% compared with that recorded when the second opening was completely driven.

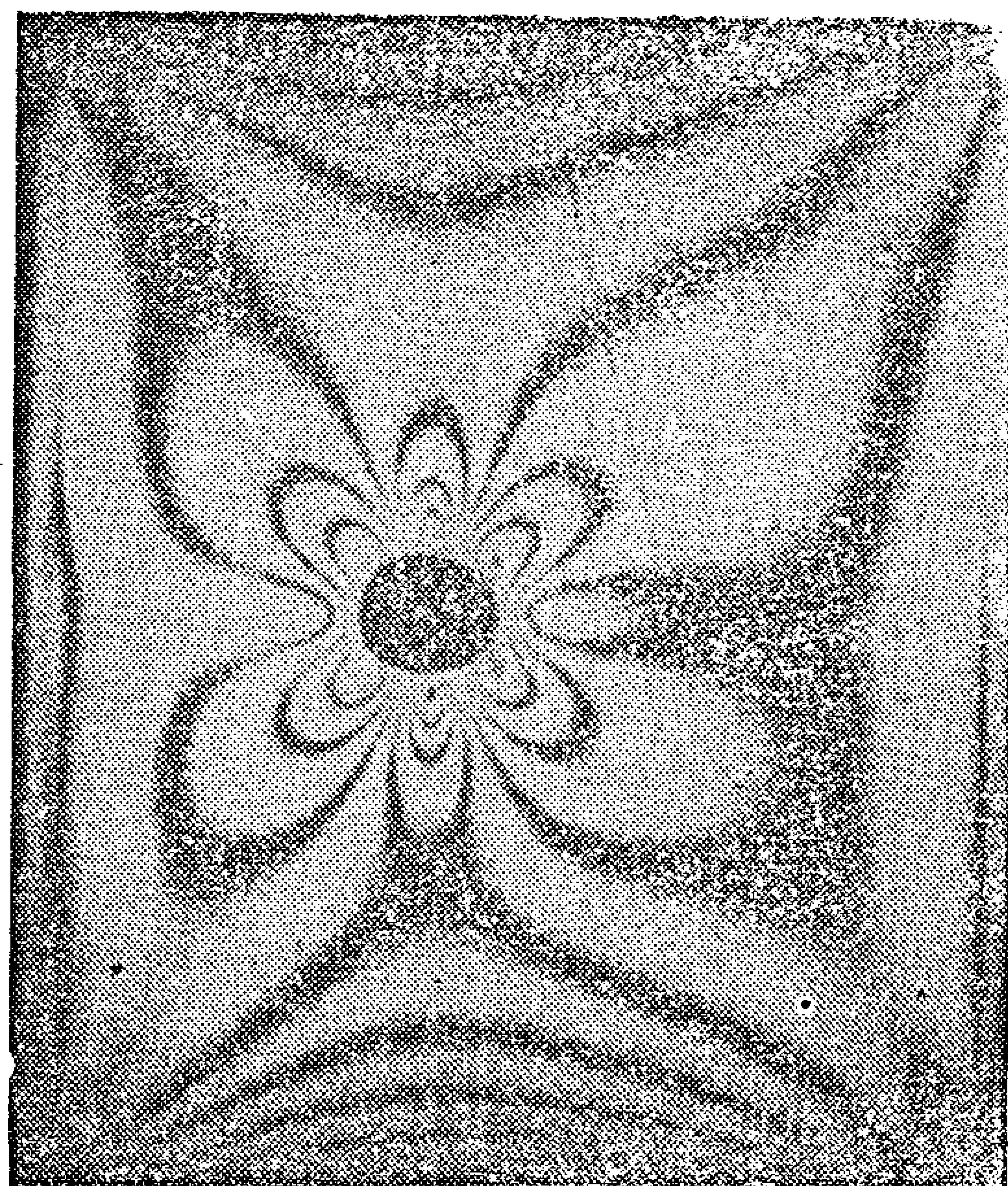
CONCLUSIONS:

From the present study it can be concldued the following:

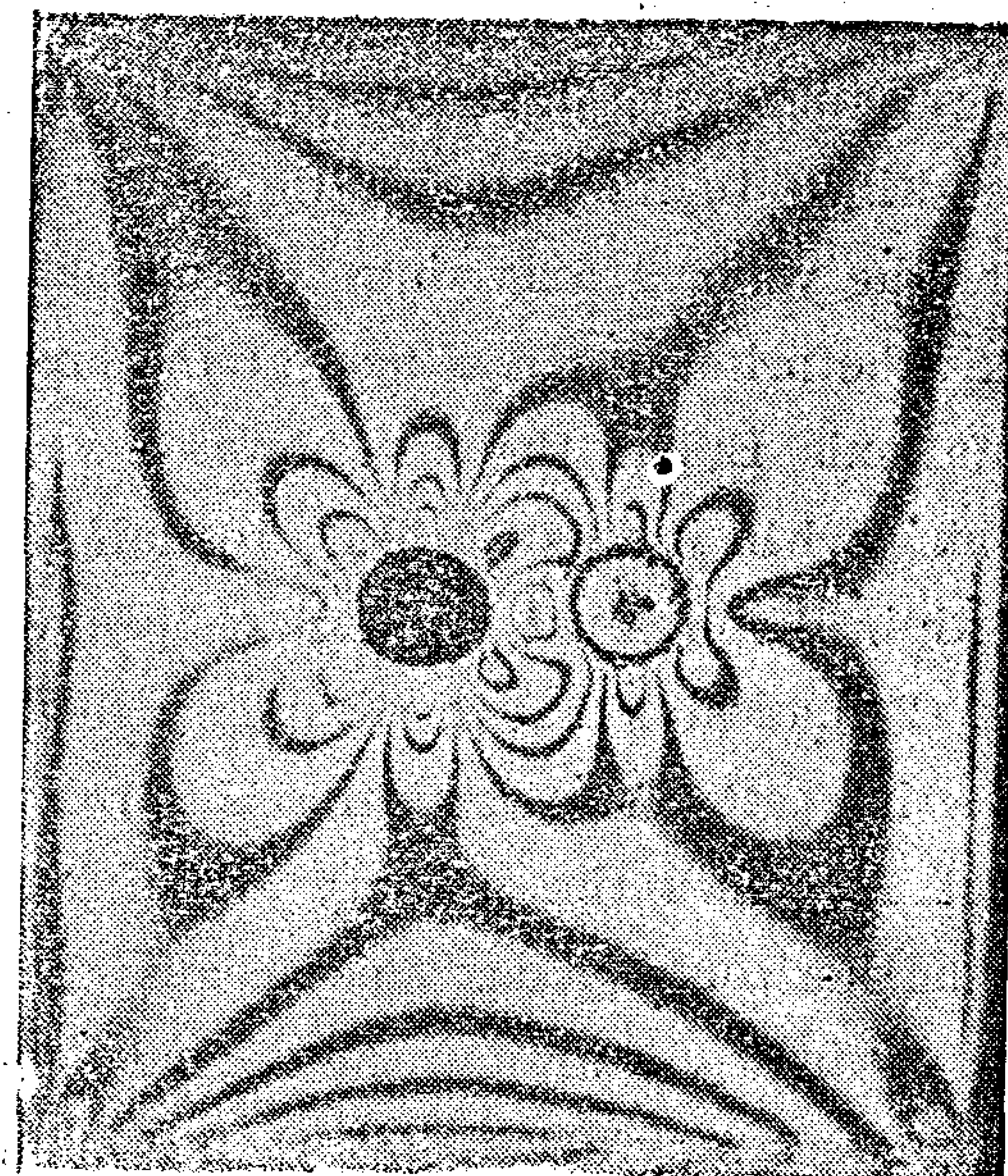
1. Using lock-in photoelastic method developed in the present study it is possible to make photoelastic models with large sclaes for the study of rock mechanics problems.

2. When driving two equal circular openings separated by one diameter pillar, the shear stress around the second opening is increased by about 40% than the shear stress around the first opening during the driving operation.

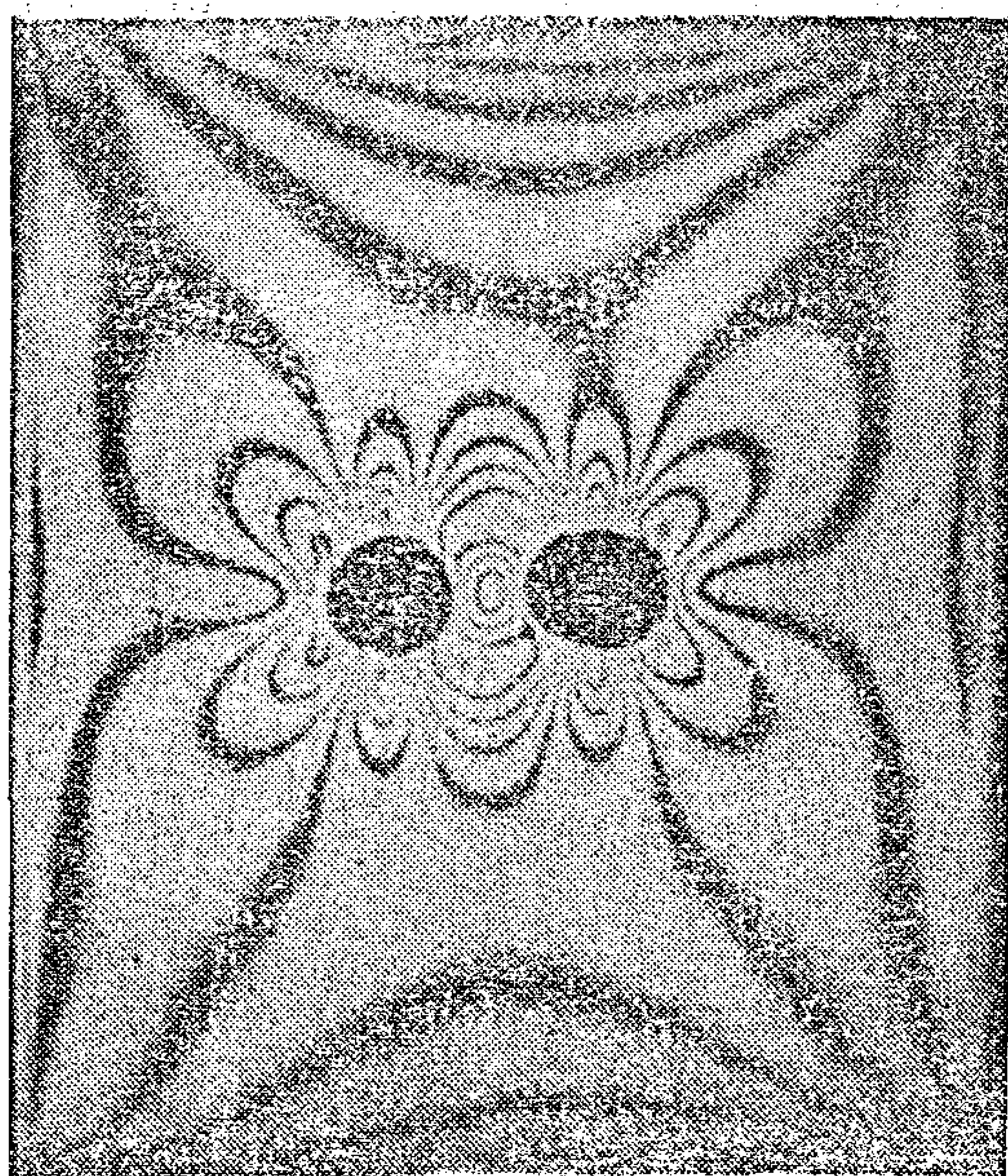
3. For driving two circular parallel excavations separated by one diameter pillar, it is necessary to start the opening in the two drifts at the same time to keep the equilibrium of stress distribution around the two openings.



(c)



(d)



(e)

Fig. (1) Isochromatics represent the primary and secondary stress fields: a) Primary stress field. b) First stage of driving the first opening. c) Second stage of driving the first opening. d) First stage of driving the second opening. e) Second stage of driving the second opening.

RESULTS AND DISCUSSION:

The results of this study are presented in the form of stress distribution curves both around the openings and through the pillar during the drilling stages. In Fig. (2) the shear stress in fringe order on the boundary of the openings is plotted against positions along the opening boundary from the vertical axis to the borizontal axis every 15°, for both when the first opening drilled to half its length and when the second opening drilled to half its length in the presence of the first opening.

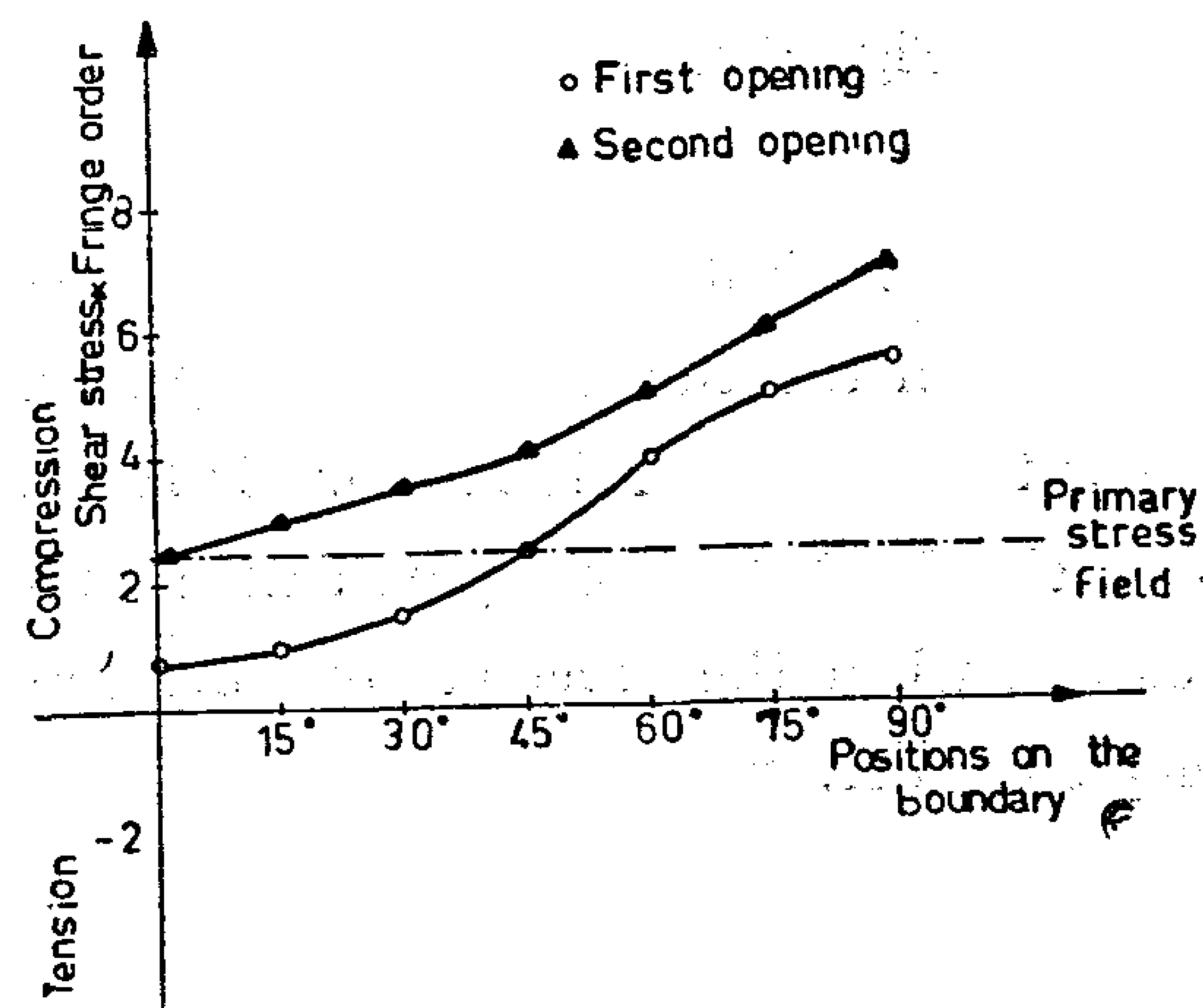


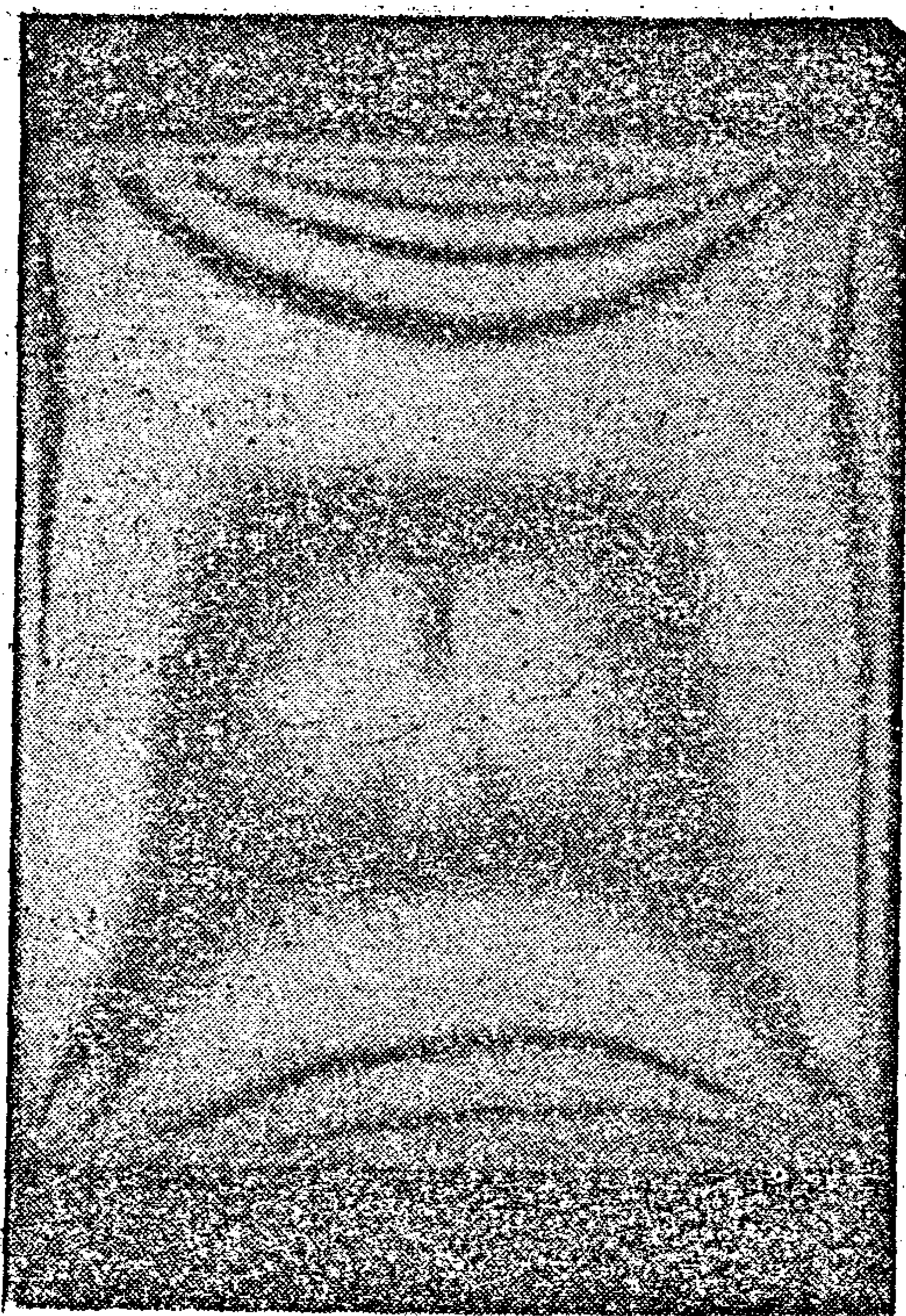
Fig. (2) Boundary stress Distribution Around Openings During Driving.

study was 100 parts Araldite D, 7 parts Hardener HY951 and 20 parts Dibutyl phthalate by weight. It was found that this composition is very suitable for making models of 1 kg weight from the mixture and takes its semicure state after 20 hours. Some investigators used this method to produce photoelastic models with another ratios but all these models were about 300-500 gr in weight[1,5,7,10]. As the reaction between the epoxy and the hardener is an exothermal one, it is necessary to slow the rate of reaction to obtain a plastic in semicured condition. For this big quantity of epoxy, a conditioning container was used to maintain the temperature at about 10°C for about 2 hours with starring and then at 20°C for 18 hours to accomplish a slow rate of reaction.

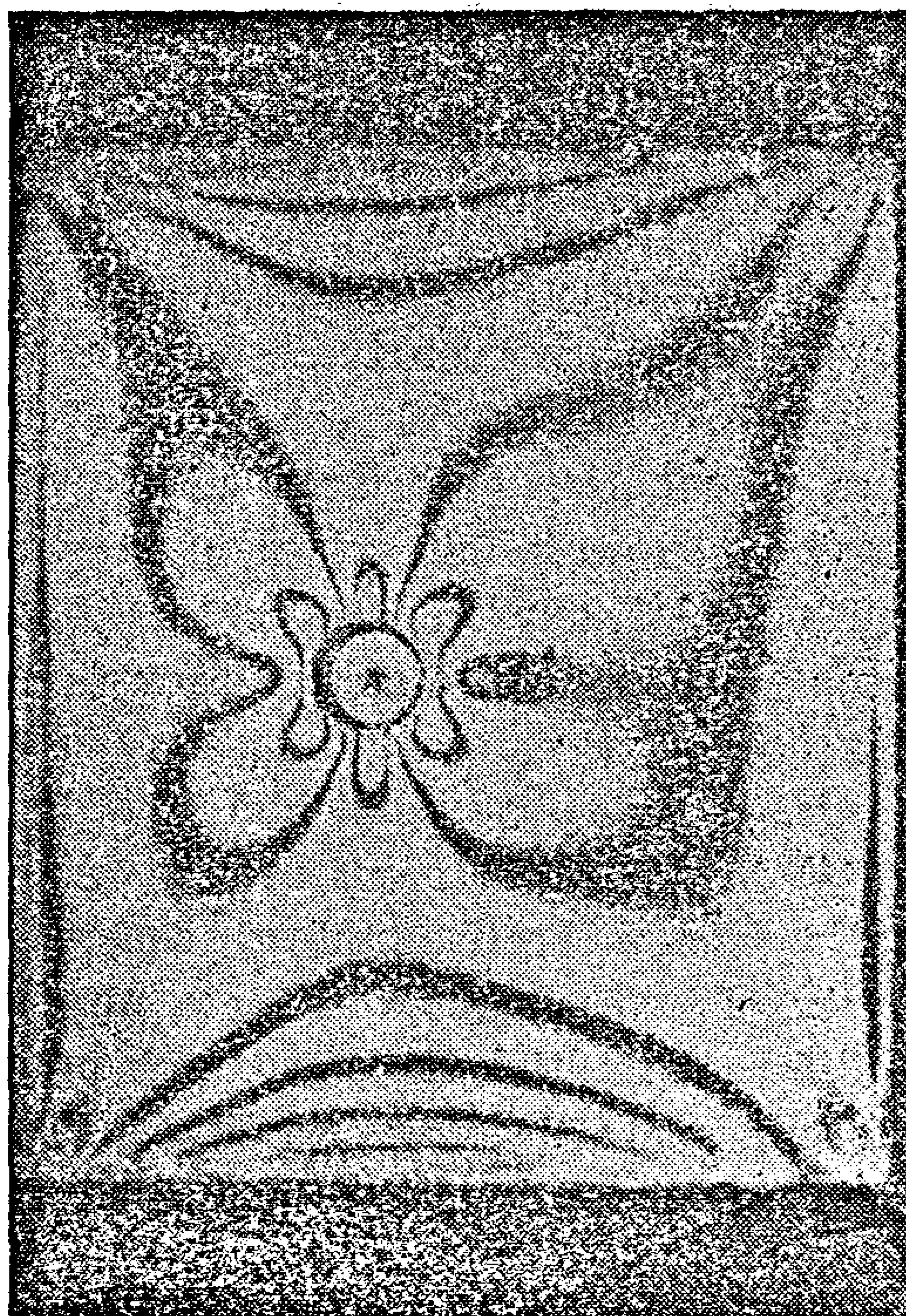
2 — Model Fabrication and Test:

The mixture is casted in a steel mold with dimensions 16 cm height, 13 cm width and 5 cm thickness. The semicured model was loaded in the polariscope under a constant load to attain the primary state of stress and the isochromatics were recorded. The drilling of the first opening is started by drilling machine of 2 cm diameter for 2.5 cm of the model thickness. Isochromatics were recorded and then the other 2.5 cm of the model thickness was drilled. After that the isochromatics were recorded.

The same procedure was repeated for the second opening. The isochromatics representing the primary stress field and all stages of driving the two openings are shown in Fig. (1).



(a)



(b)

STUDY OF STRESS FIELD AROUND MULTIPLE OPENINGS

Dr. M. A. Yasein*

ABSTRACT

The aim of this research work is to study the change of stress field caused by driving multiple openings. A special photoelastic model was prepared and examined in the polariscope.

Two circular openings were drilled under loading one after the other. Every opening was drilled in two stages. The isochromatics of every stage were recorded.

In the present study a special technique for preparing such a big photoelastic model (about 1 kg. epoxy resin), using the lock-in method is achieved.

From the present study it is preferable in the case of multiple openings to start the drilling in the two openings at the same time to reduce the stresses generated in the pillar.

INTRODUCTION :

The secondary stress field around opening in plate has been treated in the literature. A theoretical solution of the stress distribution associated with a circular hole in an infinite plate under uniform usiaxial tension was obtained by Kirsch(6) in 1898. The solution for a circular hole in a finite-width plate under uniaxial tension was published by Howland(4) in 1930. In more recent years, solutions have been obtained for wide variety of hole shapes and for a number of different multiple hole patterns under different plate loading conditions. The results of these investigations are summarized by Savin[9] Peterson[8], Heywood[3] and Erickson and Rilley[2]. In fact all these studies mentioned above neglect the effect of the primary stress field on the secondary one.

In the presest study a photoelastic model was prepared specially using the "lock-in" method. The primary state of stress underground was simulated by loading the model before opening and recording the isochromatics representing the primary stress field. The opening is started by drilling the first opening to its half length and recording the stress field produced. The second half length of the first opesing is completed and the stress field is recorded. The second opening is drilled in the same manner as the first one.

The change in the stress field around the opening and in the pillar is studied.

EXPERIMENTAL PROCEDURE :

The experimental work of this study consists of two parts. The first part is concerned with the production of the photelastic material which compose from Araldite D, Hardener HY 951 and Hibutyl phthalate. The second part is concerned with forming the model, loading and drilling the openings in the polariscope.

1. Model Material :

The plastic used in the present study was obtained by mixing a clear epoxy resin (Commercially known as Araldite D. and manufactured by Ciba Company, Inc.) with Hardener HY951 and Dibutyl phthalate. The suitable composition for this

* Mining Eng. Dept. Al-Azhar University.

Provision is made to supply the required equipment for dosing and mixing ferric chloride to the influent waste if the quality of the recycled water deteriorates.

2. Sedimentation Tanks :

Sedimentation tanks, for suspended solids separation, were designed on a basis of 60 minutes retention period. Two tanks are required each of 40 ms length, 12.5 ms width and 2.5 ms depth. Provision is made for collecting floating oil from the surface.

The effluent from the sedimentation tanks shall be pumped by a pump station to a cooling tower then re-cycled.

REFERENCES

Barker, J. E., Foltz, V.W., and Thompson, R.J. (1970) Treatment of Waste Oil-Wastewater Mixtures. Presented at Annual Conf. AIchE, Chicago.

Eckenfelder, W.W. (1966) Industrial Water Pollution Control. McGraw-Hill New York.

El-Gohary, F.A., and Abo El-Ela, S.I (1980) The Optimization of Wastewater Treatment Via Combined Techniques. Part II : Combined Biological Dissolved Air floatation, Environ. Int. 3, 2119-223.

Luthy, R.G., Selleck, R.E., and Galloway, T.R (1978) Removal of Emulsified Oil with Organic Coagulants and Dissolved Air Floatation, J. Water Pollut. Control Fed. 50, 331 - 46.

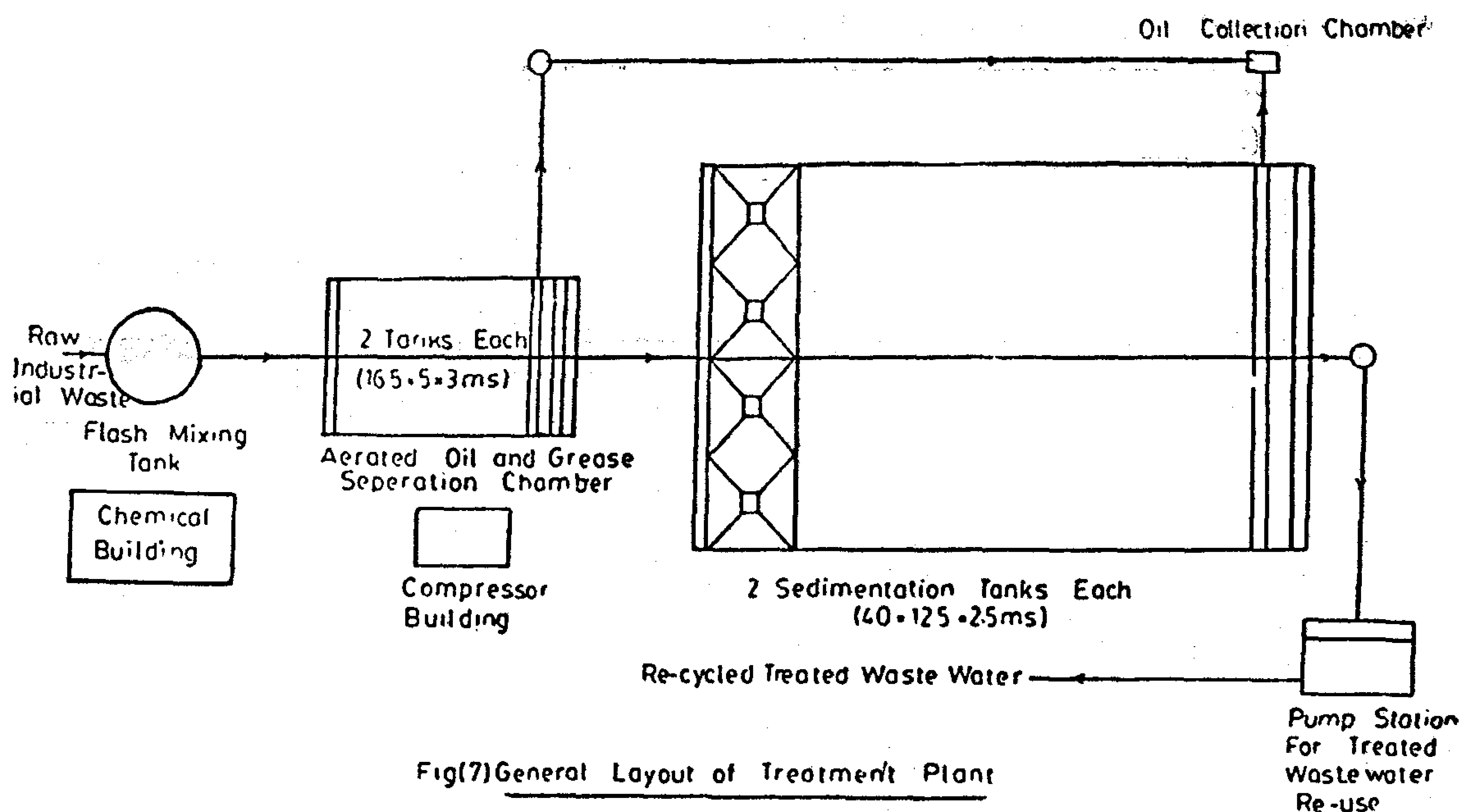
4. PROSPECTIVE DESIGN OF WASTE WATER TREATMENT

On preparing the master plan for the treatment plant simplicity of operation and maintenance were considered. To achieve these goals and to avoid the negative effect exerted by high temperature on the efficiency of pressurized air-floatation, ordinary aerated oil and grease operation chamber was proposed. On the other hand, the ordinary aerated oil and grease chamber does not ensure complete oil removal. Therefore, this was followed by sedimentation tank.

The treatment plant (Fig. 7&8) is designed to receive a wastewater flow of 60000 m^3/d. Accordingly, it shall comprise the following units :

1. Aerated Oil and Grease Separation Chambers :

This was designed on a basis of 12 minutes retention period. Two chambers are required, each of 166 ms length, 5,0ms width, and 2 ms depth. Air shall be supplied from a near-by compressor's building. Each will has capacity of $400m^3/hr$ at 0.40 kg/cm^2. The estimated capacity is required to satisfy a flow of air equal to 0.5-2 $m^3/hr/m^3$ of the chambers. Also, two stand-by units of the same capacity shall be provided.



Fig(7) General Layout of Treatment Plant

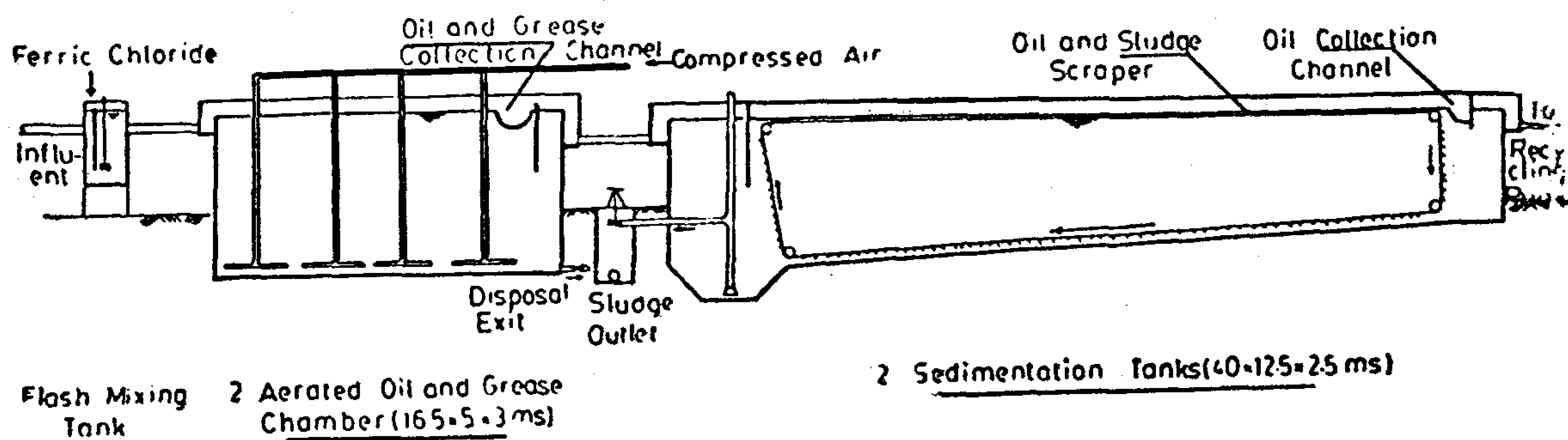


Fig. (8) Flow Line of The Treatment Plant

3.2.2 Dissolved Air Floatation

The results obtained (Fig. 5&6) show that the rise rate of oily wastes without adding chemicals increases when it comes in contact with air bubbles, hence it needs only 5-8 minutes to float. The optimum A/S ratio was determined to be 0.06. The addition of ferric chloride just prior to flotation improved the performance of the system. The process enhances the rate of flocs formed. These results are in agreement with those mentioned by luthy et al (1978). Available data. (Table 2) showed that the use of dissolved air floatation aided by 6.2 mg Fe^{3+}/l produces high quality effluent suitable for recycling. Residual oil and grease was around 5.2 mg/l, after 8 minutes detention time.

Corresponding residual COD, turbidity and suspended solids were 10.1 mg/l, 0.4 NTU and 4 mg/l, respectively.

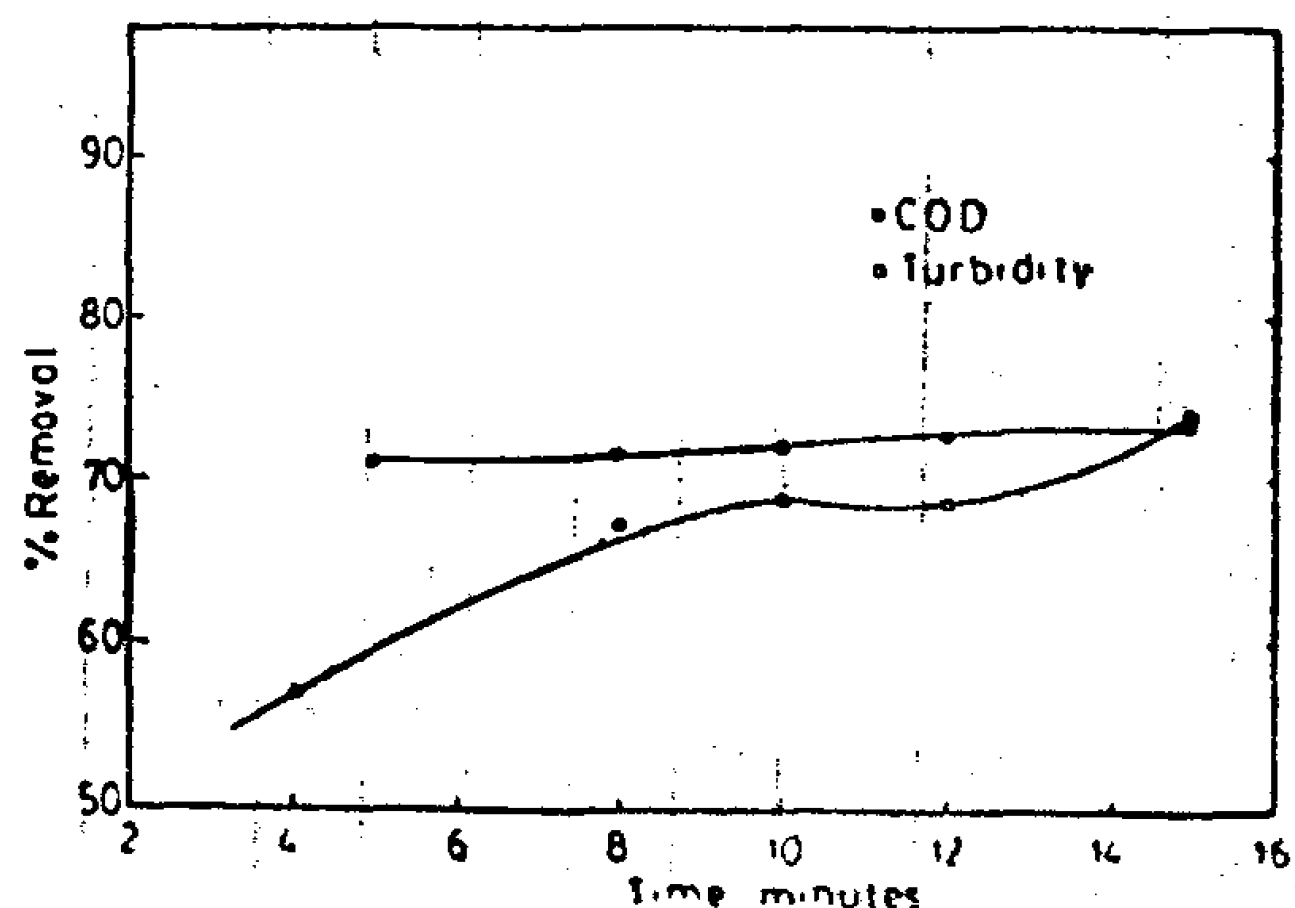


Fig. (5) Percentage Removal of COD and Turbidity as a Function of Detention Time

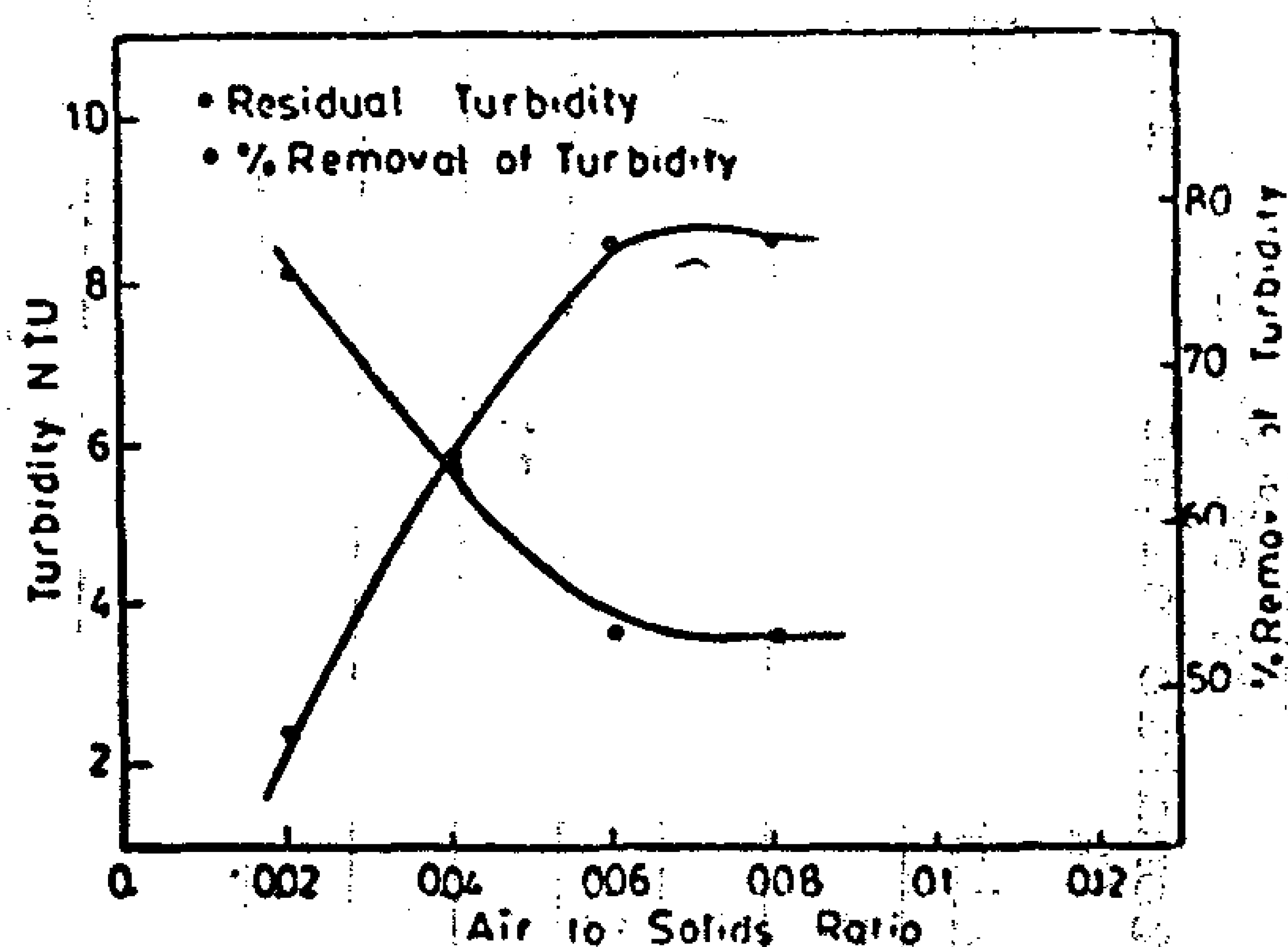


Fig. (6) Residual and Percentage Removal of Turbidity as a Function of Air to Solids Ratio

Table (2) The Overall efficiency of Coagulation followed by dissolved air floatation, using 6.2 mg Fe^{3+}/l

Parameters	pH	NTU	COD mgO_2/l	BOD_5 mgO_2/l	O.N mg N/l	NO_2 mg N/l	NO_3 mg N/l	T.R at 105°C mg/l	T.D.S at 105°C mg/l	SS at 105°C mg/l	Oil& grease mg/l	Iron mg Fe^{3+}/l
Raw Wastewater	8.36	15	64	6.9	4.05	0.075	3.7	404	347	57	32	6
Treated effluent	7.9	0.4	10.1	2	3.36	0.05	3.25	260	256	4	5.2	0.8
% Removal		97.3	84.2	67.7						93	83.8	87

NTU: Natural Turbidity Unit.
O.N: Organic Nitrogen, mg N/l
T.R: Total Residue, mg/l
T.D.S: Total dissolved solids, mg/l
SS : Suspended Solids, mg/l

Table (1): Analysis of Wastewater from Different Departments.

Parameters	Wastewater of Semi-automatic plant (Rolls 1)		Wastewater of Semi-automatic plant (Rolls 2)		Wastewater of automatic plant		Average results of composite samples
	minimum	maximum	minimum	maximum	minimum	maximum	
pH	7.92	866	7.9	8.4	8	8.64	8.36
Turbidity NTU	6	10	4.7	10	3	13	15
COD mg O_2/1	51.8	101.6	23.5	67.4	15.5	26	64
BOD mg O_2/1	0.0	17	6	21	5.4	23	7
Nitrite mg N/1	Nil	0.03	Nil	0.025	Nil	0.C5	.075
Nitrate mg N/1	3.6	10.5	3	5	1	10	3.7
Organic nitrogen mg N/1	2.8	5.88	2.8	5.04	3.08	5.3	4.5
Phosphate mg P/1	Nil	0.5	Nil	0.6	Nil	0.6	0.3
Total Residue 105°C mq/1	46	214	310	401	382	754	404
Total volatile solids 55o°c mg/1	53	128	54	194	46	69	
Total dissolved solids 105°C mg/1	237	292	232	379	330	487	347
Total dissolved volatile solids 550°C mg/1	40	113	41	130	39	66	
Suspended solids 105°C mg/1	14	86	22	78	13	424	57
Volatile suspended solids 550°C mg/1	8	15	13	64	11	264	
Total oil&grease mg/1	31.3	51.3	9.6	30.2	8.2	21.7	32
Iron mg Fe^{3+}/1	2.8	5.5	2.1	13.25	1.2	14.5	6

$$A/S = \frac{1.3\ s_a\ R\ (P-1)}{Q\ S_a}$$

where

s_a = air saturation, $cm^3/1$
P = absolute pressure, atm.
R = pressurized volume, litres.
Q = waste flow, litres.
S_a = influent suspended solids, mg/1.

The impact of ferric chloride addition on the efficiency of floatation process was also examined.

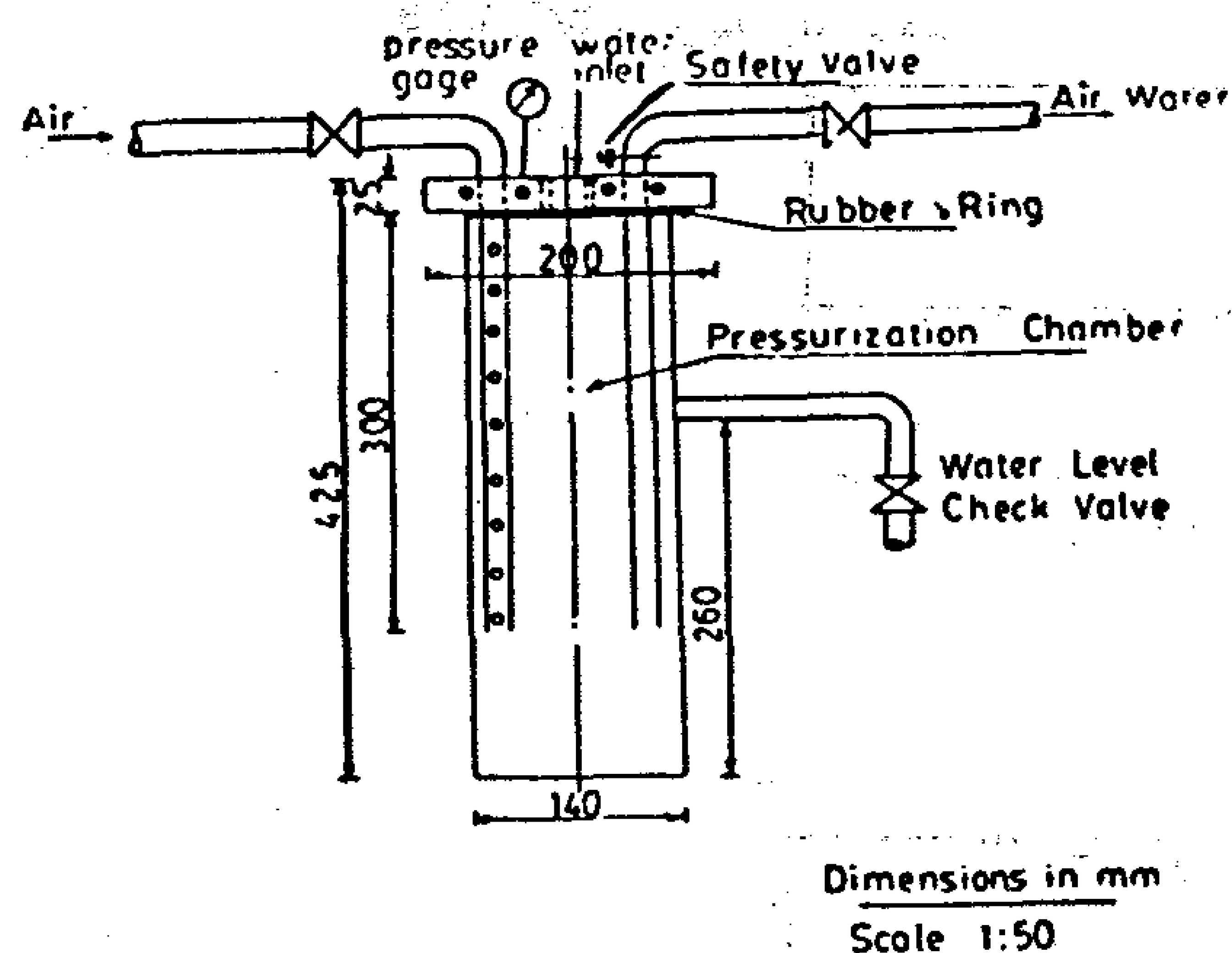


Fig. (2) Retention Tank

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1 WASTE CHARACTERISTICS

The Semi-automatic hot-rolling mill produces 200 tons of strip per day and the volume of water applied is at the rate of 24,000 m^3/day. This is equivalent to 120 m^3 per ton of strip. The automatic one produces 367 tons/day.The corresponding water demand is estimated to be 36,000 m^3/ day. This represents water application of 98.1 m^3 per ton.

Analysis of wastewater discharged from the two departments are represented in Table (1).

3.2 WASTEWATER TREATMENT

3.2.1. Coagulation :

Treatment, of rolling mill wastes by coagulatios sedimentation, revealed number of facts. The use of lime at a dose ranging between 28 and 140 mg Ca^{2+}/l is not recommended. Although COD removal was around 77%, residual turbidity increased. Also, the pH-value was higher than the permissible Standards (Fig. 3). The most suitable results were obtained when 15.5mg Fe^{3+}/l was used (Fig. 4). Turbidity removal reached 84% and the final effluent contained residual COD and suspended solids of 10.2 and 2 mg/1, respectively. This emphasizes the fact that chemical treatment is efficient for removing emulsified oil(Barker et al, 1970). However, floating of part of the sludge together with free oil created a problem. To overcome this problem, dissolved air floatation was investigated.

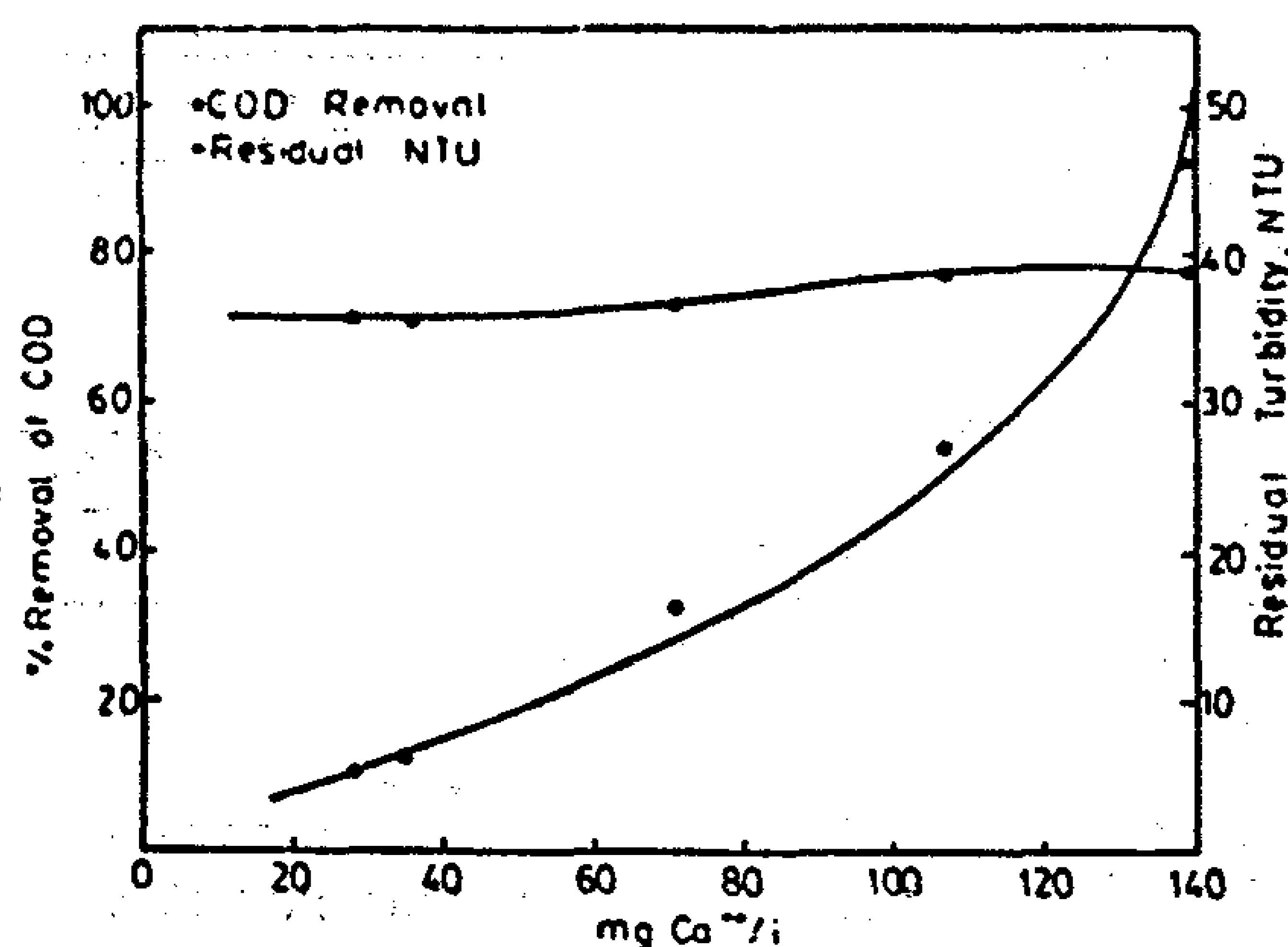


Fig. (3) Percentage Removal of COD, and Residual Turbidity as a Function of Lime Dosages

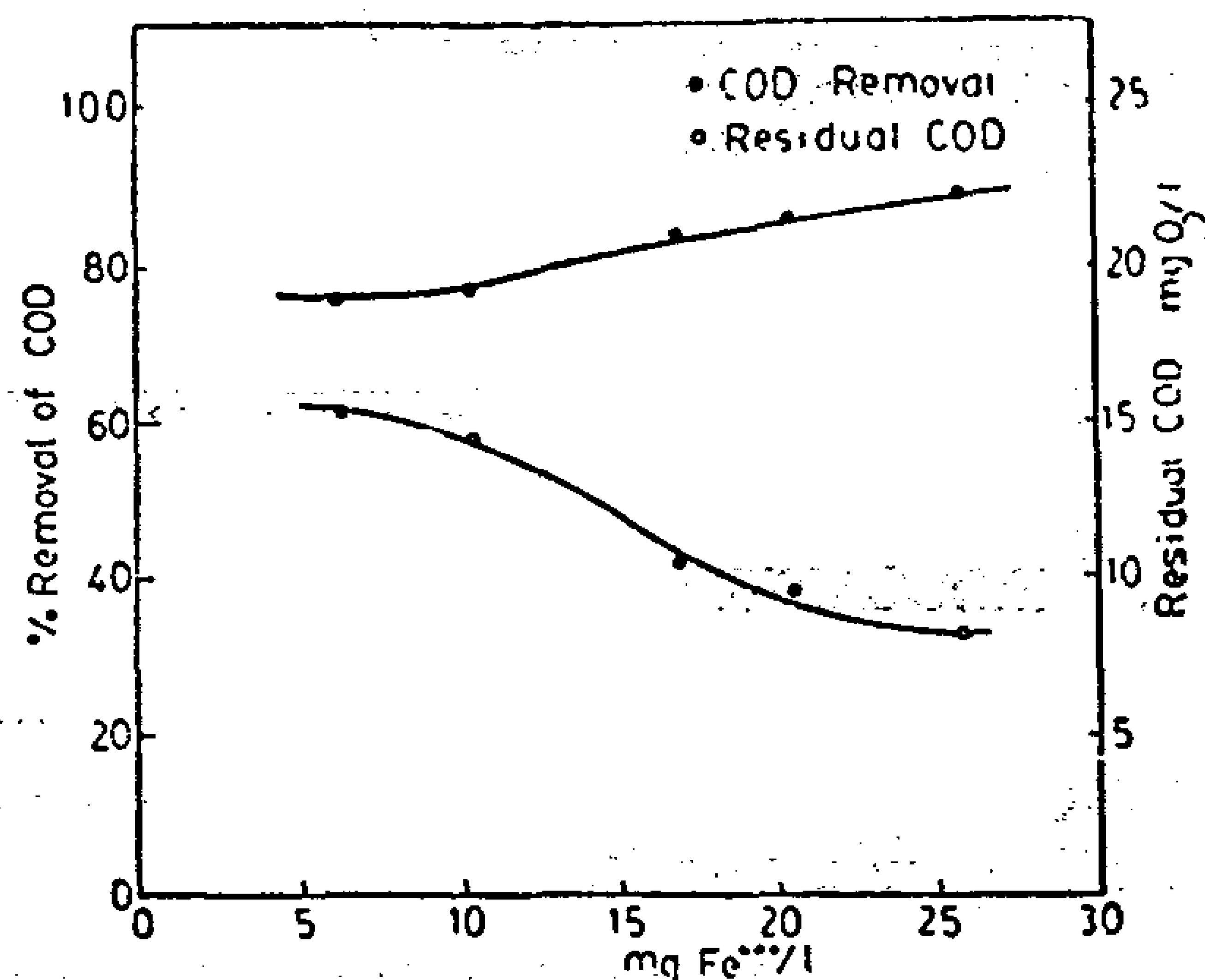


Fig. (4) Residual and Percentage Removal of COD as a Function of Ferric Chloride Dosages

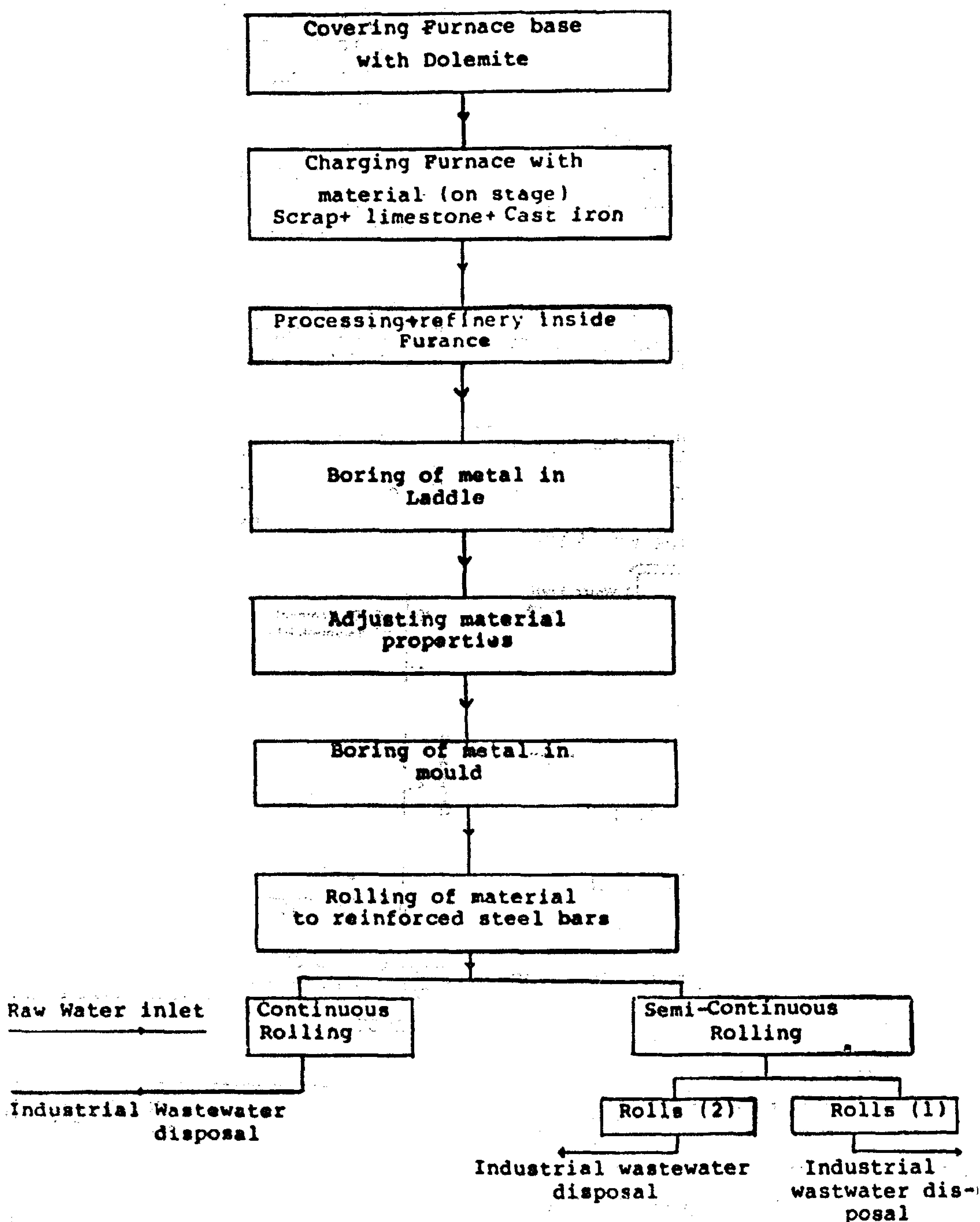


Fig (1) Schematic Diagram for Production Process.

2. PROCEDURE

Composite wastewater was treated using plain sedimentation, chemical coagulation, or floatation.

For coagulation, the Jar test procedure was used to determine the optimum operating conditions. The coagulants examined were ferric chloride and lime.

For dissolved air floatation experiments, a unit similar to that used by El-Gohary and Abo El-Ela (1980) was designed (Fig. 2). Factors affecting the dissolved air floatation process such as detention time, and air/solids ratio were investigated. The A/S ratio was calculated from the following equation (Eckenfelder, 1966)

REINFORCING STEEL PLANT WASTEWATER - TREATMENT AND REUSE

Fatma A. El-Gohary*, Sohair I. Abo El-Ela* and Hamdy I. Ali**

ABSTRACT

Wastewater from reinforcing steel factory is the subject of this study. The manufacturing operations in the investigated plant are steel-making processes and rolling mill operations. The main problem encountered in the hot mill wastes is due to the use of once-through water circuit leading to large volumes of effluent (60,000m^3/day) with relatively low concentrations of contaminants which are difficult to remove. However, such a large volume can represent a massive pollution load on the receiving water. The treatment processes used were plain sedimentation, chemical coagulation or dissolved air floatation with and without chemicals. The coagulants used were lime and ferric chloride. Treatment of rolling mill wastes by coagulation -sedimentation, revealed that the use of lime at a dose between 28 and 140 mg Ca^{2+}/1 is not recommended. The most suitable results were obtained with 15.5 mg Fe^{3+}/1, how, ever some of the oil and grease was floated. The use of dissolved air floatation aided with 6.2 mg Fe^{3+}/1, and after 8 minutes detention time, produced a high quality effluent suitable for recycling. A design of the treatment plant is also included.

1. INTRODUCTION

Ever-increasing amounts of waste materials are being generated as a result of Egypt's economic and population growth. The uncontrolled disposal of these wastes not only results in a potentially dangerous health and environmental threat, but also wastes raw materials and energy. This situation is aggravated by the practice of one time use of materials developed when raw materials and energy were in abundance.

The source of these wastes is primarily the industrial sector. Steel mills are one of the major producers of wastes.

Wastewater from reinforcing steel factory in Egypt is the subject of this study. The manufacturing operations in the investigated plant are steel-making processes and rolling mill operations (Fig. 1).

The wastes discharged into Ismaila Canal consist of the water used to cool the rolled product. The main problem encountered in the hot mill wastes is due to the use of once-through water circuit leading to large volumes of effluent (60,000 m^3/day) with relatively low concentrations of contaminants which are difficult to remove. However, such a large volume can represent a massive pollution load on the receiving water. Emphasis of this study is therefore, towards using recirculating system with appropriate treatment of the water in circuit.

*Env. Sc. Div. Wat. Poll. Con. Lab., National Research Centre, Dokki, Cairo, Egypt.
**Civil Eng. Dept. Ain Shams University.

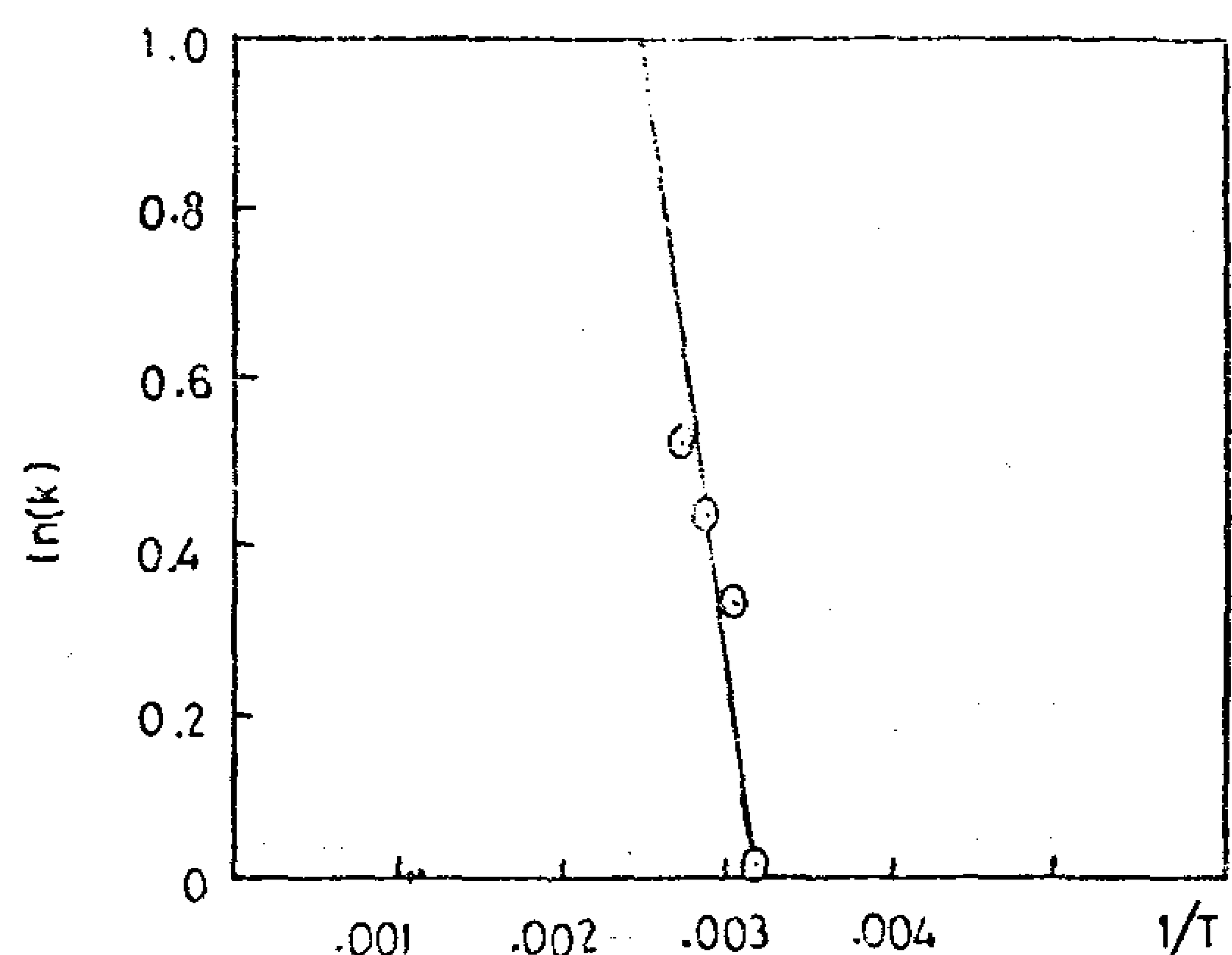


Fig. 2

CONCLUSION

The optimum conditions for preparing 2-amino-5-mercapto-1,3,4-thiazole from thiosemicarbazide and carbon disulphide are summarized in (Table 2).

Table (2)

	Reaction Conditions	Optimum
1.	Solvent	Dimethylformamide
2.	Reaction Temperature	95°C
3.	Molar Ratio (A:B)	1 : 1.15
4.	Time of Reaction	4 hours
5.	Catalyst	K_2CO_3 (1 mole)

NOMENCLATURE

C_A , C_B = Concentration of reactants (A) and (B), respectively (mol/1).

C_A . C_B = Initial concentration of (A) and (B), respectively (mol/1).

k = Specific reaction rate (hr^{-1} mol^{-1}. 1).

E = Activation energy of the reaction (calories).

R = Ideal gas law constant [1.89 Cal/g mol) (K°)]

T = Absolute temperture (K°)

r = Time (hour).

REFERENCES

1. V. Petro, O. Stephenson, A.J. Thomas and A.M. Wild, J. Amer. Chem. Soc. 80, 1505 (1958).

2. Roblin and Clopp. J. Amer. Chem. Soc. 72, 890 (1950).

3. Miller, Dessert and Robin, J. Amer. Chem. Soc. 72, 4893 (1950).

4. C. Guha, J. Amer. Chem. Soc. 44, 1510 (1922).

5. Levenspiel, O. "Chem. React. Eng., Second Edit., Wiley, U.S.A., 49, (1964)

DISCUSSION

1. Type of solvent :

From the first set of experiments, it is observed that the yield of the product reaches its maximum values by using dimethyl formamide as a solvent (cf. Table 1).

2. Influence of molar ratio :

From the third set of experiments, it can be deduced that the yield of (P) reaches its maximum values at reactants molar ratio A : B = 1:1.15 (cf. Table 1).

3. Influence of catalyst :

It is concluded from the fifth set of the work that the most effective catalyst is K_2CO_3 (cf. Table 1).

4. Influence of reaction time, reaction rate :

Considering the operating conditions as mentioned in (Table 1) and using DMF as a solvent, the progress of the reaction is followed up with time at 95°C. Different time intervals namely 2, 4, 6 & 12 hrs, are considered. The order of the reaction between (A) and (B) is determined by plotting the relation between time and different forms of reactants concentrations (cf. Table 1). The relationship is a straigth line when Y-axis is, ln C_A / C_B which confirms a second order reaction rate, Fig. (1). This is valid in the reaction time of four hours. The rate equation representing the system is as follows :

$$r(P) = -\frac{dC_A}{dt} = -\frac{dC_B}{dt} \; kC_A \cdot C_B \qquad (2)$$

$$\ln\frac{C_A}{C_B} = (C_{Ao} - C_{Bo})\, kt + \ln\frac{C_A}{C_B} \qquad (3)$$

From the slope of the straight line in Fig. (1) the specific reaction rate constant is calculated by least square analysis and found to be 1.7 hr^{-1} mol. 1

From the kinetic study, Fig.(1), it can be deduced that rate equation (3) is slimited for only four hours reaction time, after which a certain equilibrium between reactants and product is achieved.

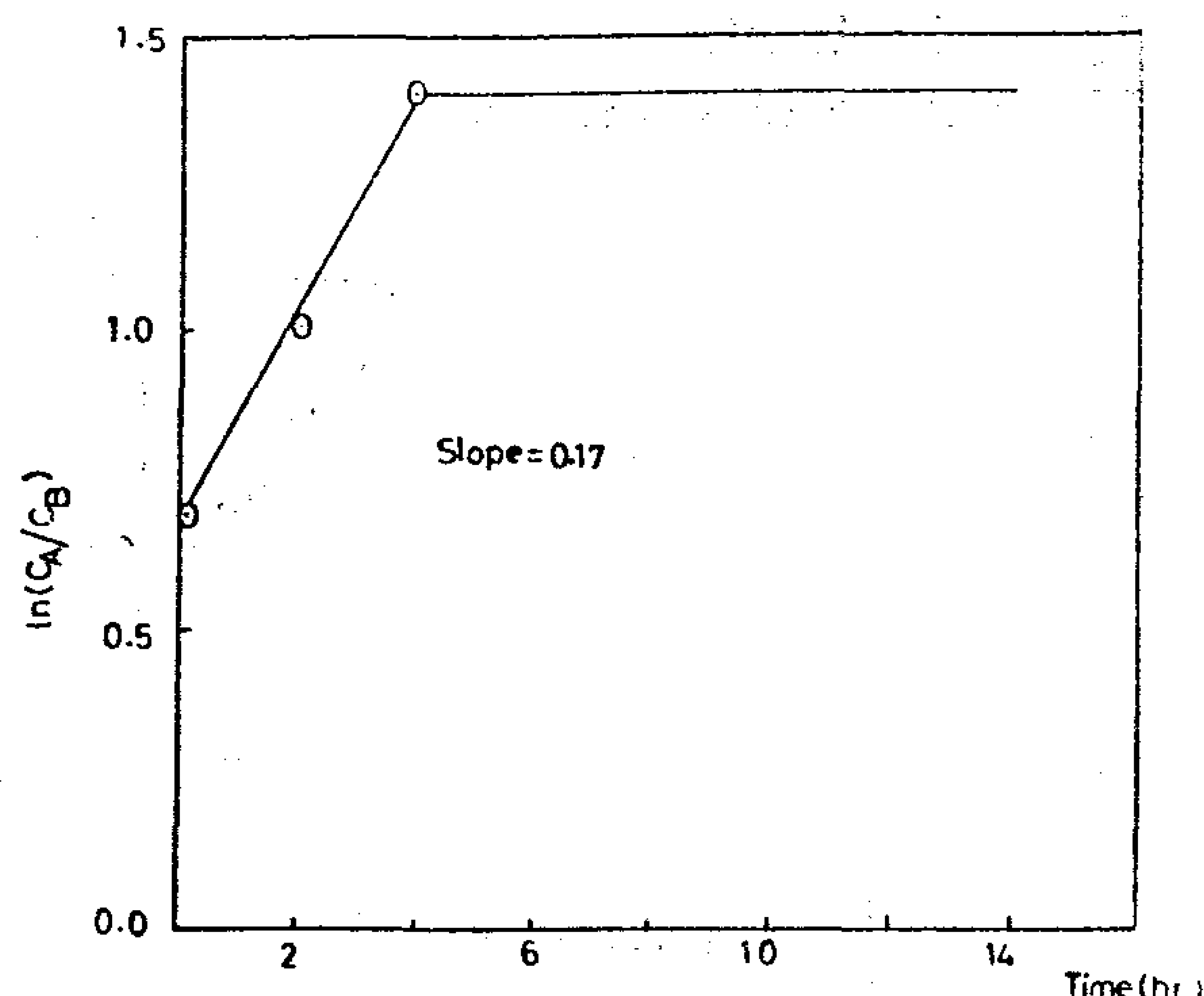


Fig. 1

5. Influence of reaction temperature :

By changing in the reaction temperature according to (Table 1), it is shown that, the yield is increased by increase the temperature till 95°C. The forward decrease in yield at higher temperature is due to the decomposition of the product.

The effect of temperature on the rate of reaction is best expressed by the energy of activation, which is calculated from Arhenius equation (5).

$$K = K_o\, e^{-E/RT}$$

By plotting lnk at different reaction temperatures, obtained from the second set in experimetal work, against corresponding absolute temperature, a straight line relationship is obtained, Fig. (2). The slope of the straight line represents E/R, from which the activation energy is evaluated to be = 2336 calories. From this low value it is concluded that reaction rate is slightly increased by increase in temperature till it reaches a maximum at 95°C then the product starts to decompose.

(P) as colourless crystals (m.p. 232°C). Five set of experiments have been conducted to study the effect of the following factors :

1. Type of solvent.
2. Molar ratio of reactants.
3. Type of catalyst.
4. Time of reaction.
5. Reaction temperature.

Effects of different reaction conditions on the product's yield are summarized in (Table 1).

Table (1)
Effect of different reaction conditions on product yield.

Experimental run	No	Solvent	Temp. (°C)	B gm	B mol	A gm	A mol	Time hours	Catalyst	Yield %
	1	Ethanol 95%								41.4
	2	Ethanol dry								48.9
First Set	3	Methanol dry	60	15.2	0.2	9.1	0.1	6	Na_2CO_3	45.1
	4	D.M.F*								60.2
	5	E.M.G.E**								52.6
	6		50							48.9
	7		60							60.2
Second Set	8	D.M.F	95	15.2	0.2	9.1	0.1	6	Na_2CO_3	69.2
	9		100							52.6
	10		Reflux							18
	11			7.6	0.10					52.6
	12			8.4	0.11					60
Third Set	13	D.M.F	95	8.7	0.115	9.1	0.1	6	Na_2CO_3	65
	14			8.8	0.116					69.2
	15			8.9	0.117					69.2
	16			9.0	0.118					69.2
	17			15.2	0.2					69.2
	18							2		52
Fourth Set	19	D.M.F.	95	8.8	0.116	9.1	0.1	4	Na_2CO_3	96.2
	20							6		69.2
	21							12		69.2
	22								Na_2CO_3	69.2
Fifth Set	23	D.M.F	95	8.8	0.116	9.1	0.1	6	K_2CO_3	80.5
	24								CaO	15
	25								NaOH	60
	26								$CaO-Na_2CO_3$ (1/1 mole)	69.5

* Dimethyl formamide
** Ethylene glycol monoethyl ether

REACTION STUDY OF PREPARATION OF 2-AMINO-5-MERCAPTO-1,3,4- THIAZOLE FROM THIOSEMICARBAZIDE AND CARBON DISULPHIDE

By

I.I. Ismail,* G. El-Diwani* and A.I. Hafez*

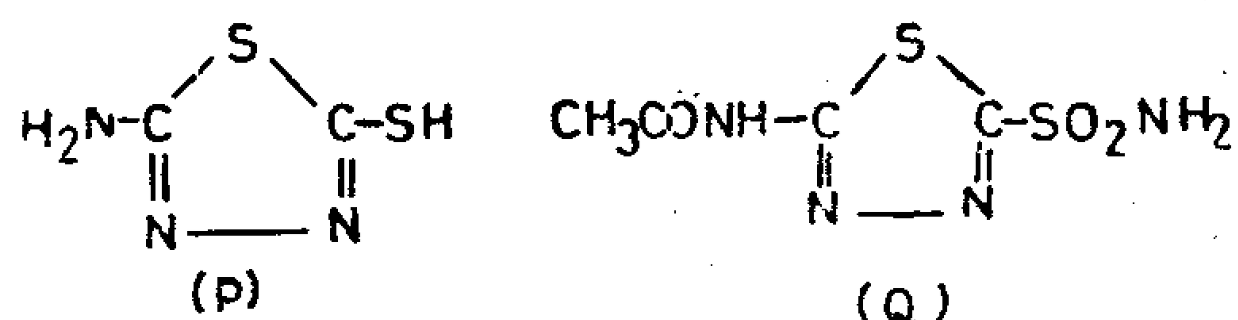
ABSTRACT

The optimum conditions for preparation of 2-amino-5-mercapto-1,3,4-thiazole (P) are determined. The solvent, reaction temperature, molar ratio of reactants, time of reaction and catalyst are found to be determining factors for the synthesis of pure product in the highest yiled.

A kinetic reaction rate study is performed, from which, it is deduced that the preparation of (P) follows a second order reaction rate. The specific reaction rates at different reaction temperatures, together with the activation energy of the reaction are evaluated.

INTRODUCTION

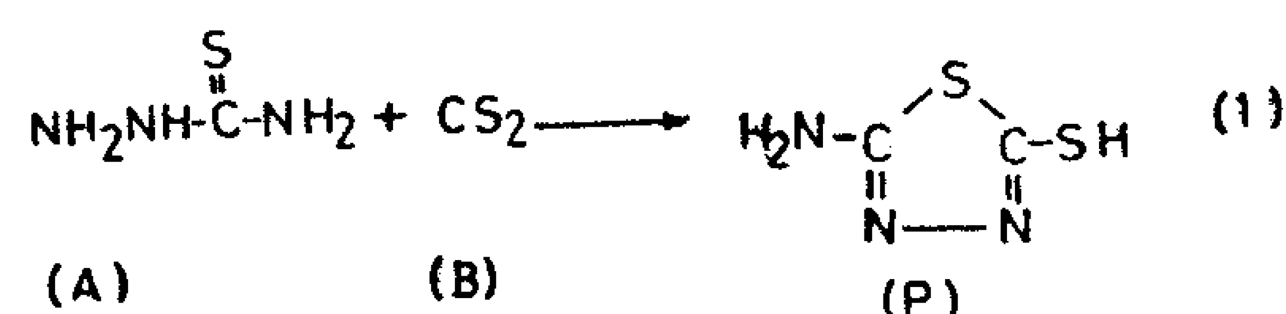
2-Amino-5-mercapto-1,3,4-thiazole (P) is required as a starting material for 2-acetamido-5-sulphonamido -1,3,4- thiazole «acetazolamide» (Q) (1).



Acetazolamide is widely used as carbonic anhydrase inhibitors(2'3). (P) was originally prepared by Gula(4) by heating ethanolic potassium thiosemicarbazide dithiocarboxylate under pressure. It was reported that (P) is formed when thiosemicarbazide (A) is heated with carbon disulphide(B) and potassium hydroxide or with ethyl potassium xanthate in ethanol(1).

The present investigation aims to find out the optimum conditions for preparing (P) from (A) and (B) in the highest yield and pure enough for preparing acetazolamide (Q).

The preparation is achieved according to the following equation:



EXPERIMENTAL

General procedure:

The reaction is carried out in a three necked flask equipped with a stirrer, reflux condenser and separating funnel. 9.1 gm (0.1 mol) thiosemicarbazide (A) introduced followed by 60 ml of the solvent. 0.1 mol of the catalyst is then added followed dropwise addition of the required amount of CS_2 (B) with efficient stirring. The reaction takes place spontaneously with evolution of H_2S. After addition of CS_2 is completed, the temperature is elevated to 40°C (below b.P. of CS_2) for one hour. The temperature is raised to the desired reaction temperature, which is kept constant during the reaction time afterwards, the solvent is distilled off under reduced pressure (see Table 1). The residue is dissolved in water and acidified with HC1 (to PH 6). The separated product is filtered off, washed with water, dried and crystallized from ethanol to give

*Pilot Plant Laboratory, National Research Centre, Cairo, Egypt.

RAW MATERIALS & CHEMICAL INDUSTRIES

INST. OF MINING, PETROLEUM &
METALLURGICAL ENGINEERS
INST. OF CHEMICAL ENGINEERS

The influence of metal electrode is significant and its presence enables to create the conditions for continiously acting discharges. The electrode is a source of electrons being easily liberated during each cycle of the voltage. Self extinction of PD can take place, however, in fully embeded voids (VA3) due to lowering of electrical field by a conservated charge deposited on the walls by discharges.

Dissapearance of discharges in VA3 means that such voids do not provide the repeatable conditions of degradation and, therefore, should be rejected as the arrangements suitable for comparative testing of effects of aging by PD.

No repeatability in degradation process can be also expected in OA and SA models. Above all, they differ a great deal from internal type sources and are mainly used for physical experimentation.

It seems that only metal contacting voids are the solution to obtain quasistationary conditions of the process of discharges in air. However, the detailed coparison of mechanism of degradation in both, VA1 anr VA2 with the breakdown process in fully embeded spherical voids which represent the real surces of PD shows, that VA2 semispherical type voids simulate better the aging-by-discharges conditions in solid dielectric material. Apart from self-extintion of PD appearing in every embeded void, initiation and development of degradation in VA2 exhibits some distinct similarities (forms of erosion, choice of breakdown points).

The Weibull distribution characteristics show that in VA2 the mechanism of degradation (B parameter) is rather stable while in VA1, changes of the distributions slope are visible. It can be mentioned only that silicafilled epoxy shows lower resistance to PD in both arrangements tested.

The similarity of B values, thus the repeatablility of the mechanism of the breakdown process in VA2 can emerge from the fact that in semispherical voids only small area and small volume of material undergo harmfull degradation while in VA1 the breakdown points are spread around the peripherical circle of the void floor with relatively large diameter. Thus, much large diameter. Thus, much larger dielectric volume is under the influence of discharges and probablility of major disturbances of the dielectric morphology in such volume is much higher [12].

REFERENCES

1 A. Sierota: Proc. IV Symp. Aging Phenom in Insul. AGH-PTETIS, Zakopane, 1986.

2. A. Sierota: Rep. 15-06-01, CIGRE Meeting, Cambridge, Mass., 1979.

3. A. Sierota: Tech. Rep. 2801/77, University of Salford, Salford, 1977.

4. J.C. Devins: IEEE Trans, Vol. E 1-19, No. 5, 1984, p. 475.

5. B. Luczynski, F. Levring: Proc. Nordish Symp. on Insul. Tech., 1976, p. 18:1.

6. J. Golinski, A. Sierota, S. Zoledziowski, J.H. Calderwood: Proc. 28th Int. Wiss. Koll., 1983, Ilmenau, s. 159.

7. J. Reynders, III-rd ISHVE, Milan, 1979, 22-65.

8. A. Sierota, L. Zdanowicz: Proc. X-th Symp. on El Disch, in Gases, IHNPW, Piasym, 1986, p. 71.

9. A. Kelen: IEEE Trans. on El. Insul., Vol. E 1-12, No. No. 1, 1977, p. 55.

10. A. Sierota: Tech. Rep. 0110/80, University of Salford, Salford, 1980.

11. G.C. Stone, M. Kurtz: IEEE Trans., Vol. E 1-14, No. 6, 1979, p. 315.

12. R.E. Cuthrell: Journ. of Appl. Polym. Sci., Vol. 12, 1978, p. 1263.

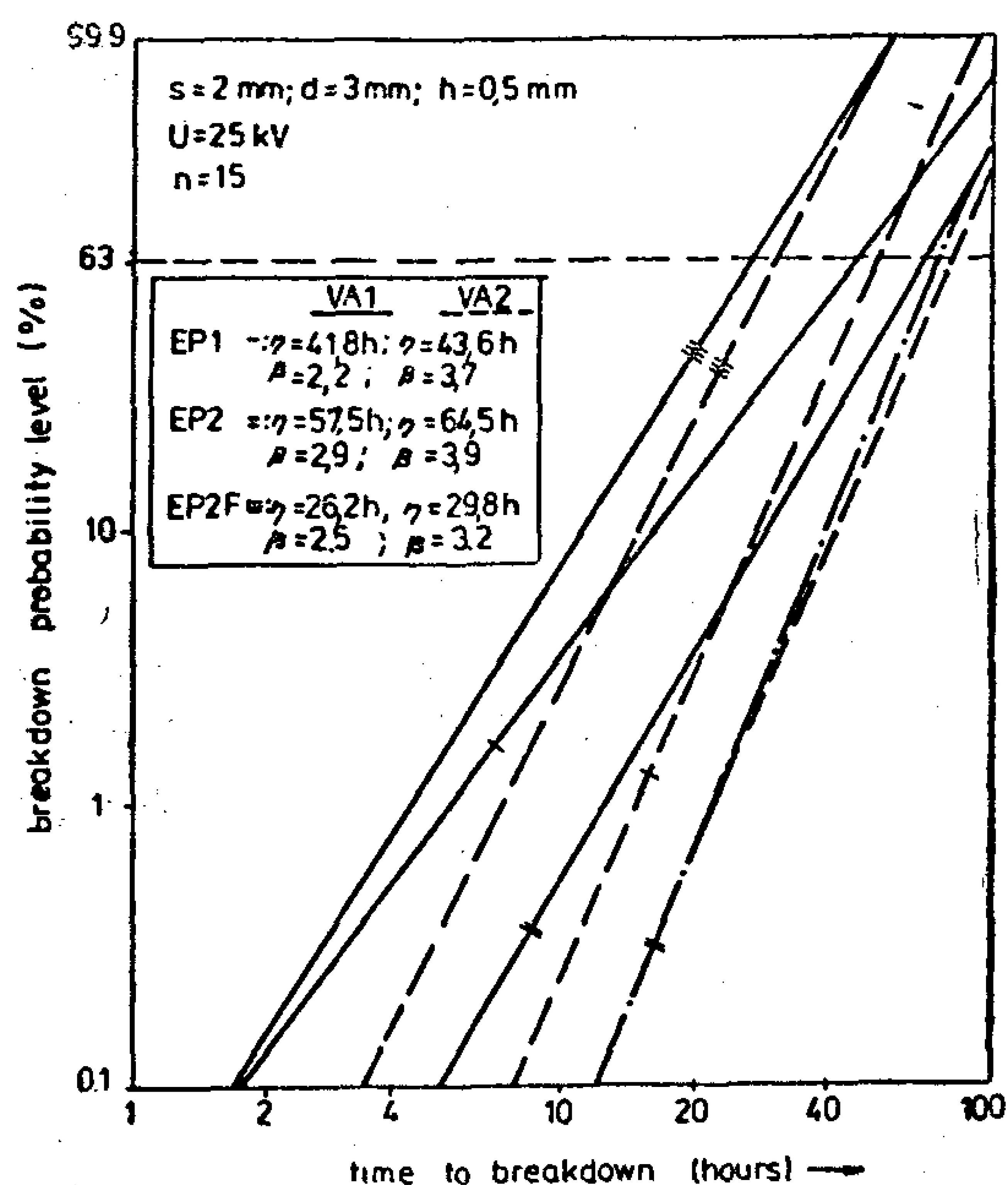


Fig. 9 Distributions of time to breakdown in Weibull co-ordinates EP1, EP2: epoxy unfilled, EP2F: epoxy with SiO2

It has to be underliner strongly that two-parameter Weibull distributions were were always obtained as the slope of straight distribution line remained uncharged during the tests. Three parafeter Weibull graphs are always obtained during experiments when no precautions are taken to eliminate faulty specimens.

It can also be pointed out that the shape parameters (B) of distributions illustrating the results from different void arrangements are also different which indicates some changes in the degradation mechanism.

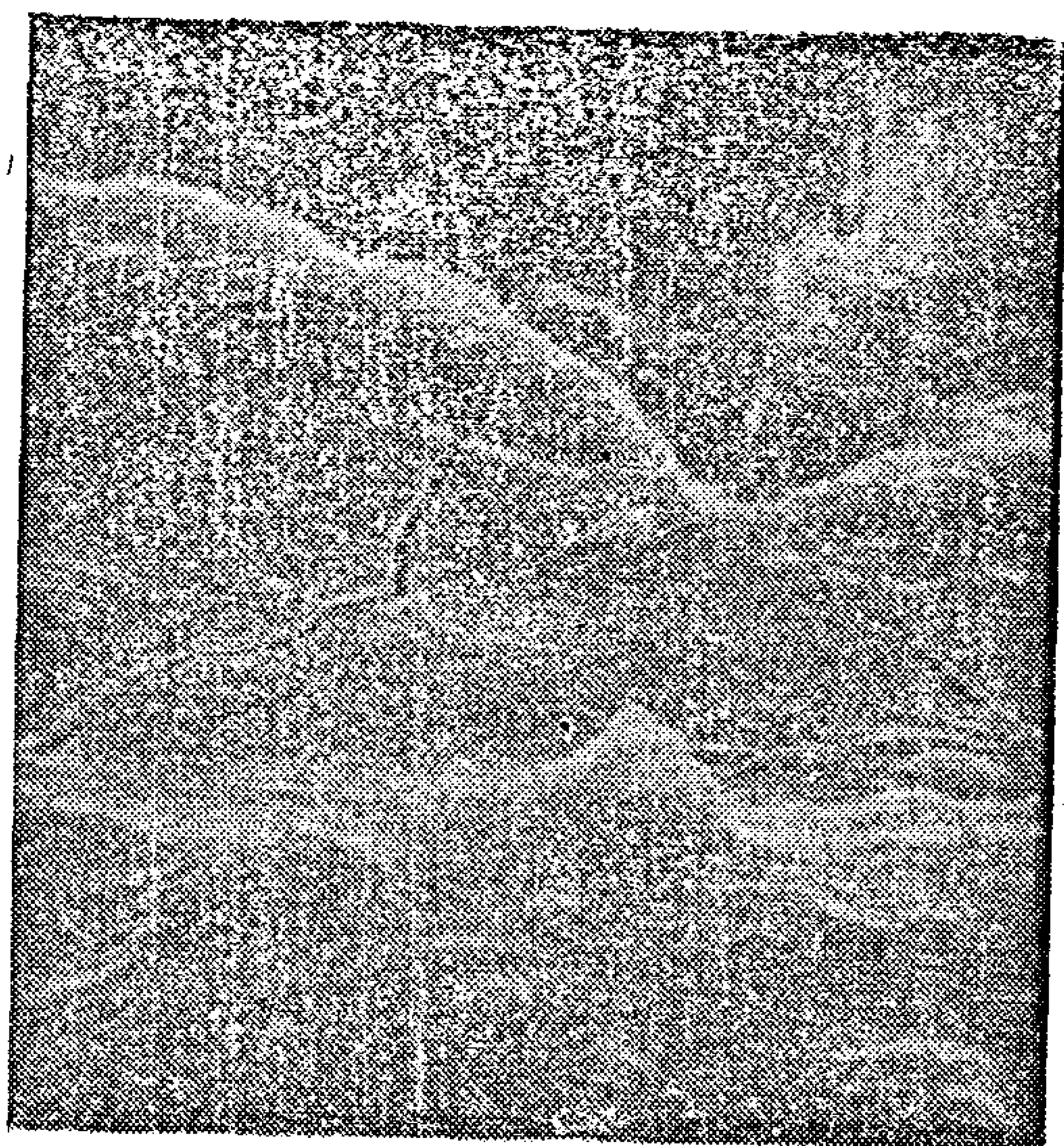
Comparing the resistance of different epoxy materials according to the value of B it has to be noticed that the sequence of results is the same for VA1 and VA2. It means that both arrangements have similar ability to distinguish qualitatitatively lar ability to distinguish qualitatvely the action of fast, energetic streamlik PD.

4. Discussion and conclusions

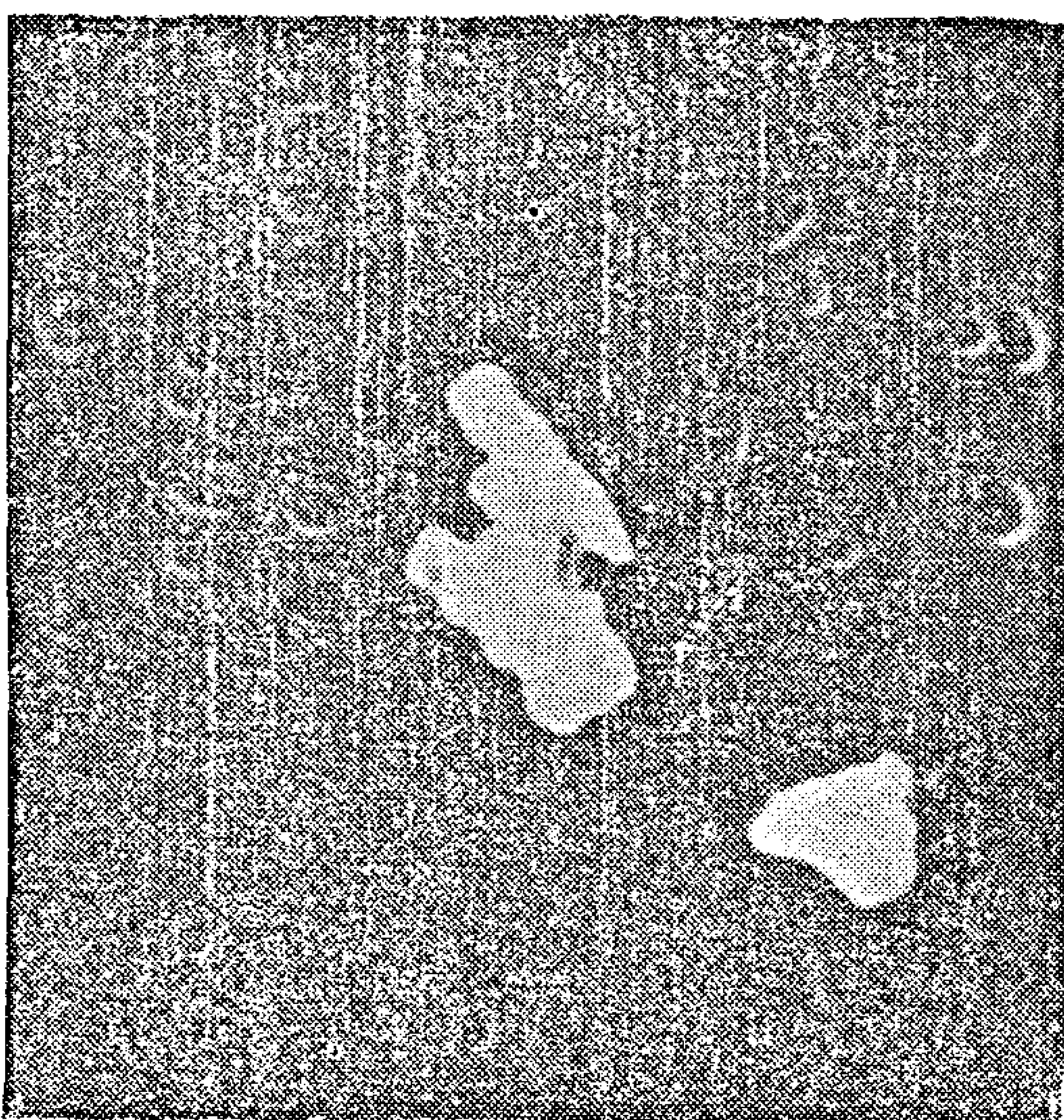
As it is visible after the experiments different PD sources represent different damaging effects.

It has to be remembered that during the development of PD the energy of the electric field is converted into the energy of gas particles and that this energy is nonuniformly dissipated over the discharge volume. Moreover, energy or power of discharges depends on the mode of discharges. It was stated in [5] that the power dissipated per unit volume of the void is much higher for streamlike discharges than for Townsendlike ones. Thus the effects of interactions of different types of discharges can be different. This is confirmed by the more intensive erosion at the sities of concentration of discharges which are obviously created due to resistance of different materials to PD.

Their aging effect was the subject of consideration in [6] and the trap charging process by super-discharges was stated to be the most probable factor for injection of most of the charge into dielectric. As they are acting most intensively during initial period of aging it means that this period may have a great influence on the earliest initiation of breakdown process. It is widely explained, that in voids the pre-breakdown channels can be initiated at the sities with deeper erosion. Prebreakdown tree-like channels developing from localised points of the void are due to local intrinsic breakdown in the front of channel tip and /or/ rue to degradation by PD in the channel tube, leading to the channel develovment and final breakdown. This mechanism seem to be the most effective in VA1 and relatively high rate of degradation and the shortest time to breakdown confirm the above remarks. In the arrangements where spatial range of PD thus, the area where discharges can strike the dielectric material are large, much longer period is required to produce visible effects of degradation (OA,SA). In voids where the effective area of acting discharges is restricted to small section only, such effect appear much quickly.



e



f

Fig. 8 Examples of damage caused by discharges
a/ surface of a metal electrode after 40h aging in VA1 ,mag x 1k)
b/ coating on a metal eectrode after 20h aging in OA (magx 600)
c/ central part of a sampic after 8h aging in VA2 (mag x 600)
d/ central part of a sample after 100h aging in VA1 (fag x 2,2k)
e/ periphery of a void after 50h of aging in VA1 (mag x 2,2k)
f/ periphery of a void after 100h of aging in VA3 (mag x 2,2k)

To produce the breakdown test results normal or Weibull statistics have been widely accepted. Most often the Weibull distribution can be used to enable statistical and physical interpretation [11].

The distributions can be obtained graphically (squares method) or computed (maximum likelihood method, linear estimation method).

The shape (B) and scale (7) parameters can be evaluated, the latter estimating the resistance to breakdown.

When the conditions of life tests are comparable to those provided for the study of regradation the ability of the material to withstand the failure can be compared with the above described rate and distribution of damage which precedes breakdown, the results of breakdown tests shw that ristribution breakdown points or time to breakdown are associated with the rate and distribution of deeper erosion (pits) or occurance of prebreakdown channel trees. In both, OA and SA, no deep penetration occurs, even during tests lasting tens of hours. Indeed, no breakdown was obtained up to 100 hours of stressing at the conditions indicated in Fig. 9, while during this period many samples made of different EP broke down in the void arrangements.

The comparison of different void arrangements indicates that VA1 is the most effective artificial model of discharge source, as parameters of Weibull distributions obtained in VA1 are smaller than in any other arrangement.

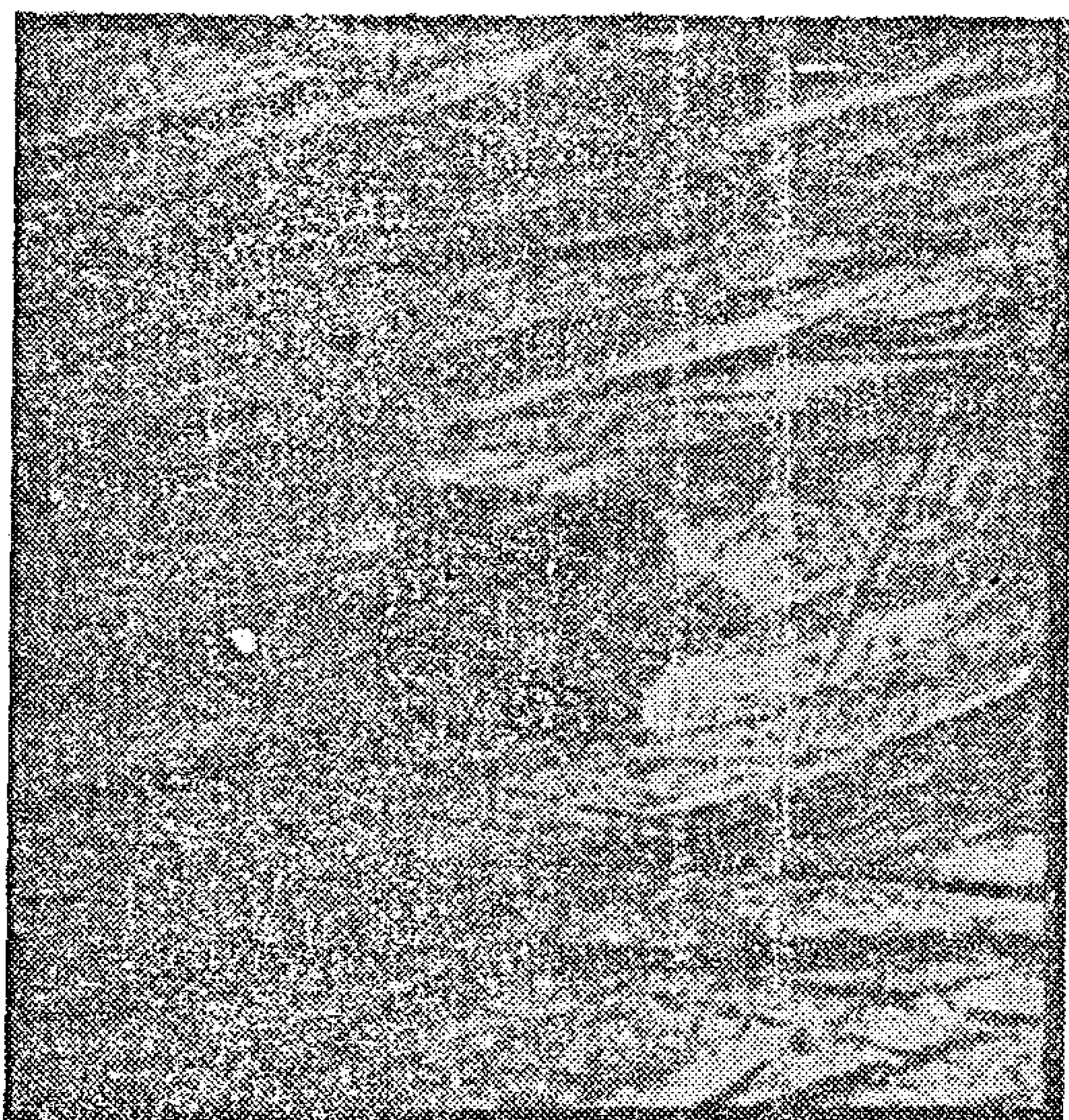
products are able to grow in number and also in size during the aging, however, the rate of their growth depends, among other factors, on the type of PD source. It must be noted, however, that in VA2, so called, localisation can be related to restricted to the narrow, peripherial area the relatively small area, while in VA1 is deterfining the breakdown points (see Fig. 7).

3.2. Resistance of dielectric to breakdown

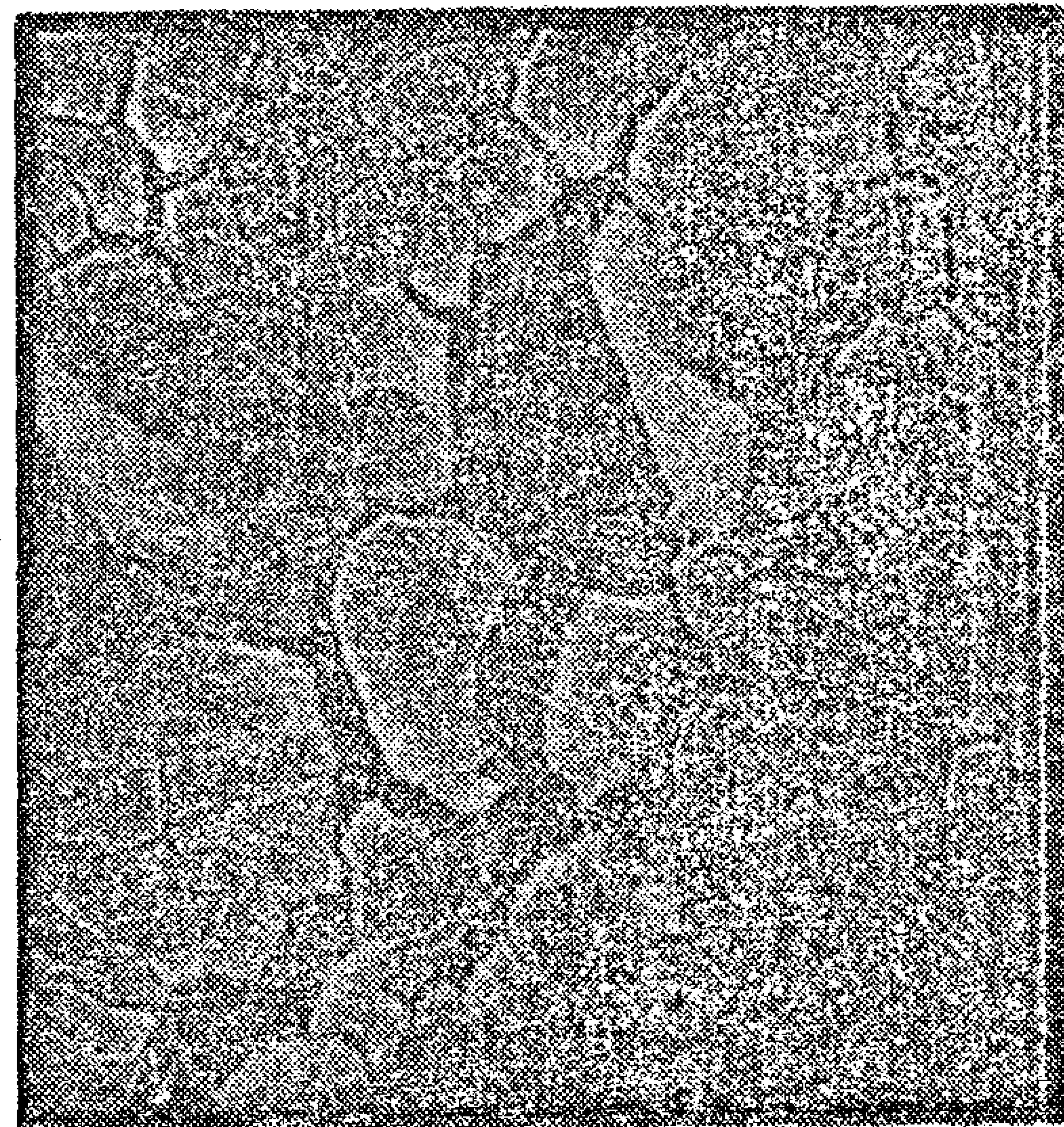
The ultimate effect of degradation by PD takes place when the pre-breakdown tree-like channels grow towards opposite electrode bridging eventually the insulator.

The time to breakdown of individual sample affected by PD in a certain arrangement can give an idea about the resistance of dielectric material of sample to breakdown by discharges.

However, for comparative purposes, statistical breakdown tests are the method used for assessment of such resistance. When the sample size during time to breakdown measurements is satisfactory the statistical criteria of testing can be proposed.

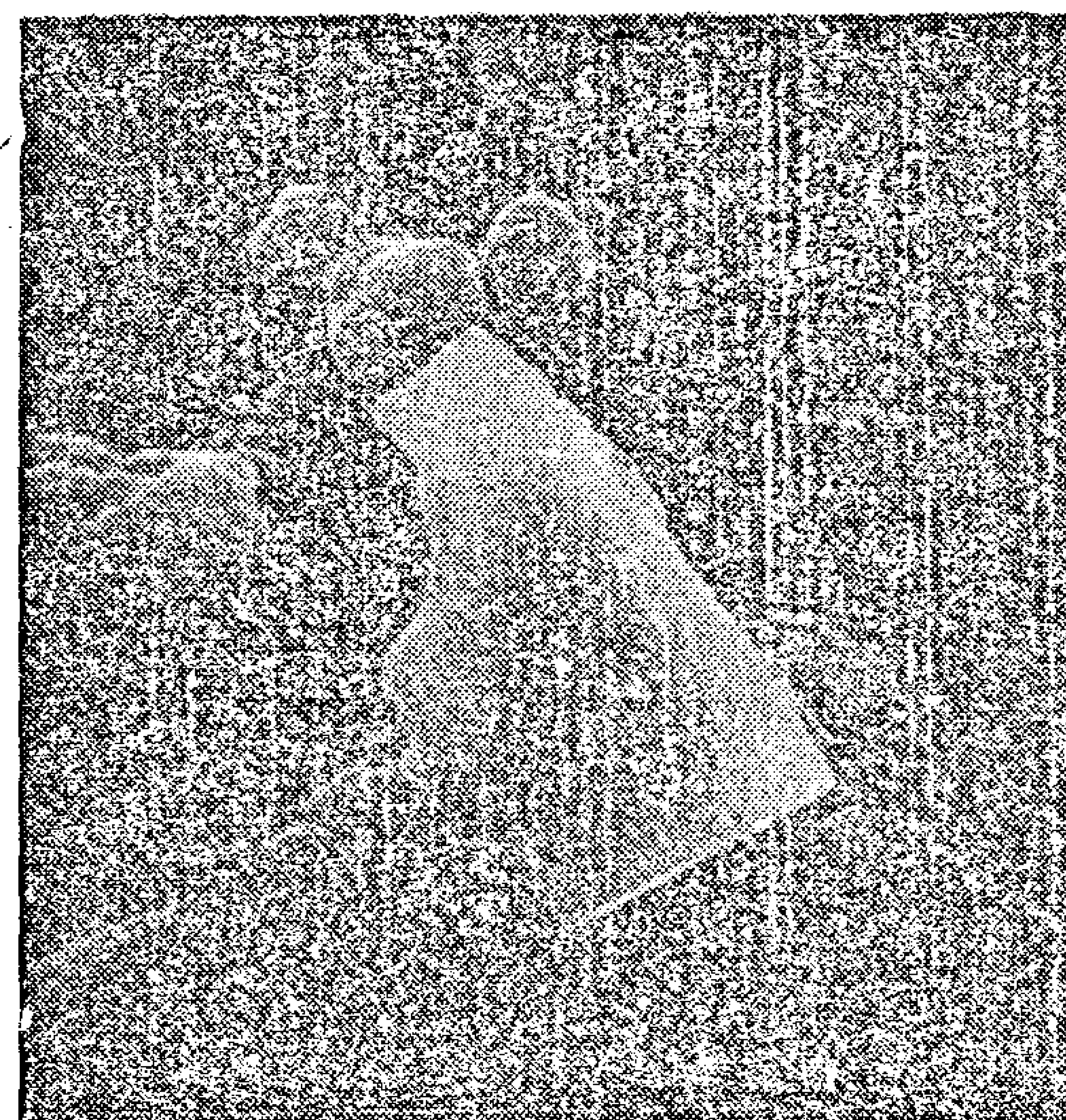


a



b

c



d

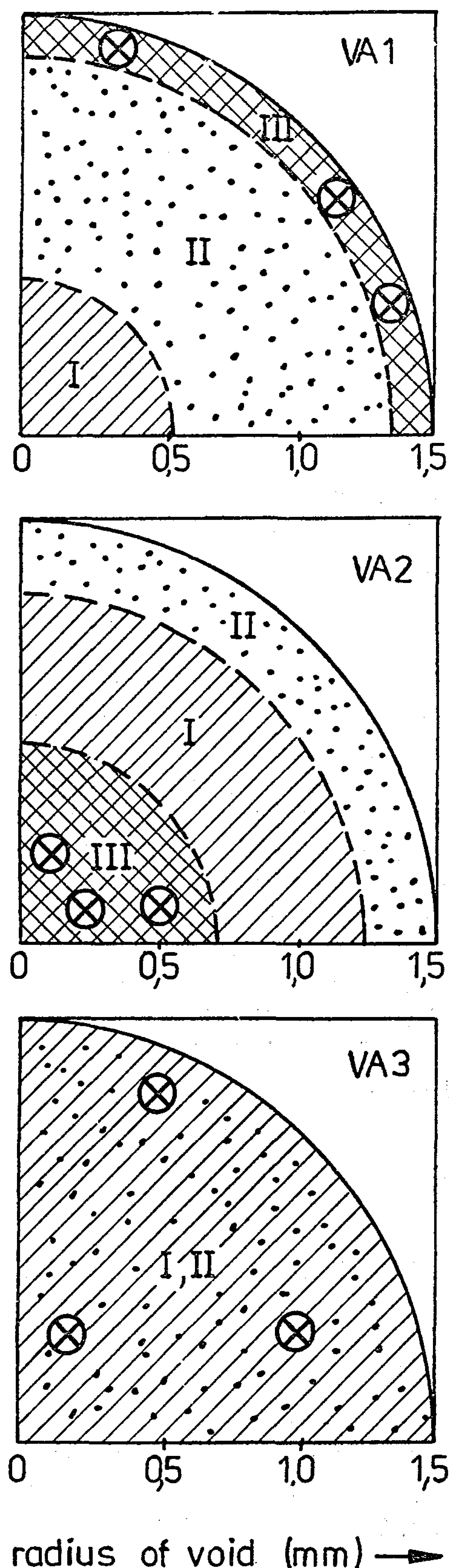


Fig. 7 Topography of erosion in different types of voids I— central zone, II- middle zone, III-outer zone Possible localisation of breakdown points is indicated by a cross

Small punctures, indentations and crates around 1 um deep are the first visible effects of PD. After several hours more intensive erosion starts and cracks, fibres and different crystal-like depositions are present mainly in zone I and zone III as zone II is less damaged and even after longer time (tens of hours) the surface is relatively smooth.

The depth of crater-lik erosion primarily reaches 5-8 um and their diameter tens of um, although they are always irregular and discontinuous. They develop gradually with the time of aging, up to several um.

Two different types of cracks: regular and irregular can be distinguished, both penetrating the material over 10 um in depth, mainly in outer zone of VA1 and central zone of VA2. Some deep pits and holes of pre-breakdown channels (developing down 100 um) were also found in the zones of the most intensive erosion. It seems that they appear much quicker in voids with a metal electrode.

Under higher magnification (x 20k) some crystalline regions also can be visible at eroded places [10].

Some examples of types of degradation products identified during inspection of dielectric samples are displayed in Fig. 8. It must be pointed out, however, that also the metal electrodes undergo the degradation as significant changes of rod electrodes after tests were always found. Microscopical inspection showed two main types of electrodes erosion: small holes or punctures and larger craters or depressions. Their lotalisation appears mainly at the central part of hemis phere, corresponding with the central zone of damage identified on the void surface. A significant difference between free gas volume arrangements and void arrengements can be visible as, after aging, some cracker coating was always presest at electrodes which could be removed i.e. by methanol or other solvents. It can be generally stated that most of the damage

tion of dielectric belong to these phenomena. Such changes are reversible, nevertheless, they precede degradation effécts /i.e. initiation of erosion or of pre-breakdown channels/ responsible for changes in the structure of diselectric thus, related to the non reversible processes.

It has been reported in many sources, that the electrical effects of PD interactions with different dielectric materials can be investigated by the thermally stimulated current techniques/ i.e. TSDS/.

However, as it was underlined in [9] the ageing of dielectric is obviously related to non reversible changes of its properties, thus, degradation effects of PD have to be studied to evaluate the ability of any dielectric material to withstand the hazards caused by PD.

3.1. Damage patterns

Electrical discharges may produce damage which is visible even by bare eye. Under magnification up to x 120 some patterns of erosion can be identified. For each set of experiments the optical microscopy may show the distribution of main damage.

As no fine details are detectable by ordinary optical microscope, the SEM technique has to be employed.

Many researches and also the author's experience showed, that not only the intensity but also the rate of degradation and the lifetime of dielectric aged by PD depend on many factors which may create specific conditions of discharges interactions with the material. Among these factors are: voltage level, voltage application time, discharge frequency, temperature, geometry of the gaseous phase, gas pressure, gas additives /humidity, air contaminations, vapour of solvents/, dielectric surface conductivity, dielectric thickness etc.

Most of these factors had been investigated by the author [10]. As different factors create varietes of conditions of degradation also different degradation mechanisms can ge expected. However, many similarities can also be found from different sets of experiments and, to some extend, in various PD sources the same material can react in similar manner [10]

Aging tests lasting from several minutes up to tens of hours at different voltage test levels showed that some surface changes either in flat samples (OA or SA) or in voids can start very soon after PD inception but, at the very beginning, no significant deterioration occures and only Lichtenberg figures can be detected by powder or other techniques [10].

The primary symptoms of damage are visible after the period lasting from tens of minutes up to few hours, depending on test parameters. In general, in the comparable conditions deterioration starts faster in voids with a metal electrode than in other arrangements. In particular, larger voids of VA1 and VA2 type are the PD sources displaying non-uniformly spread damage patterns earlier than small gaps. In general, for small voids (with h below 0,5 mm) the differences in topography of damage in VA1 and VA2 are much smaller.

In larger gaps (up to 1 mn) degradation shows differences in its location and different zones can be identified in VA1 and VA2 voids. Such zones can also be distinguished in OA and SA but their range is geometrically much larger following, more or less, distribution of polar areas.

Different zones of degradation density at the void's surface can be visible in Fig. 7, namely: central, middle and outer zone. They are related to VA1 and VA2 as in VA3 rather zone-less, non uniform distribution of damage, following polar areas can be stated. However, in VA2 where semisherical void floor exists the erosion patterns are different to those, obtained in flat, cylindrical voids.

and the gas-solid boundary conditions resulting in modulation of PD radiation.

The nature of radiation resulting from PD was investigated by scanning of these spectra by means of an spectrometer and an monochromator and by spectrographic recording supported by microdensitometric system.

The wavelength range analysed was from 160 nm up to 800 nm. The detailed work on identification of spectra of PD and their description was done in [8].

It can be only outlined here that the spectra of radiation of PD in air are affected by test parameters like : configuration of electrodes, voltage test level, voltage application time, dielectric material used; and that the spectra show their individual alterations in specific ranges of wavelength, displaying some bands of high magnitude at determined frequency $\nu = c/\lambda$.
However, in the spectral range investigated the spectra of different PD sources revealed only quantitative/intensity/, but not qualitative/structure/changes versus test parameters.

A typical pattern of spectral distribution of radiation of either free volume type or void sources versus wavelength is shown in Fig.6. For the model arrangements tested in different conditions the structure of spectra remained practically the same.

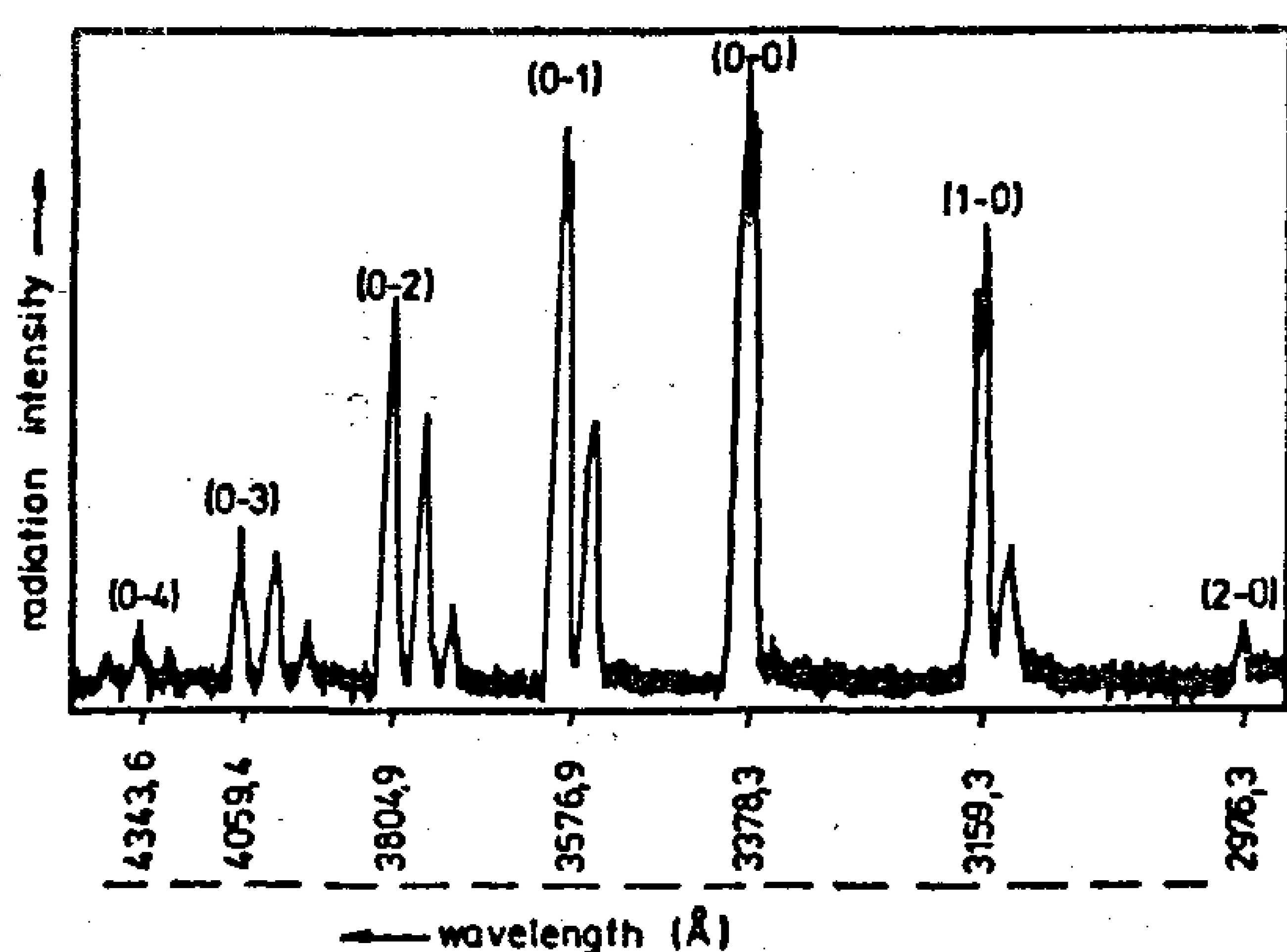


Fig. 6 Typical spectrum of discharges obtained in every model arrangement at different test condition.

The electronic spectra, mainly of molecular nitrogen, have always 10 distinct bands of emission in the wavelength range 2553 A° - 6875 A°. The systems indentified were :

N_2 (2S+), N_2 (4S+), N_2 (1S+) as well as O_2+(1S−) and spectra of molecular hydrogen H_2

The most intensive emission were always close to (0-0) band at 3378, 3 A associated with N2 (2S+) system from

transition $C^3_u\Pi \longrightarrow B^3\Pi_g$ in the

energy intervals 10,8 eV to 7,2 eV [8].

It has to be pointed out that emission of other systems gave always lower signals.

It seems that also the total emission of discharge source is influenced mainly by the high intensity bands.

The total quantity of emission of discharge source can be measured as the photocurrent I detected by the cathode of photomultiplier or calculated by integration of sequentional bands of spectral distribution along the wavelength [8].

The total quantity of emission

$Q_p = \int_0^a I_p(t)\,dt$ /where a is constant /can be also a measure of radiation resulting from PD, thus can serve as the quantity describing intensity of discharges.

3. Degradation and breakdown by discharges

Intiation and development of PD in every, either real or artificial source, leads to interactions of discharges with the solid material, surrounding or contacting the source of PD.

Such interactions have always some effects which can be divided into :
a/electrical, b/structural. Electrical effects of interactions of PD are related to the phenomena which cause no chemical or morphological changes in the dielectric. Charge/ electron/ trapping and polarisa-

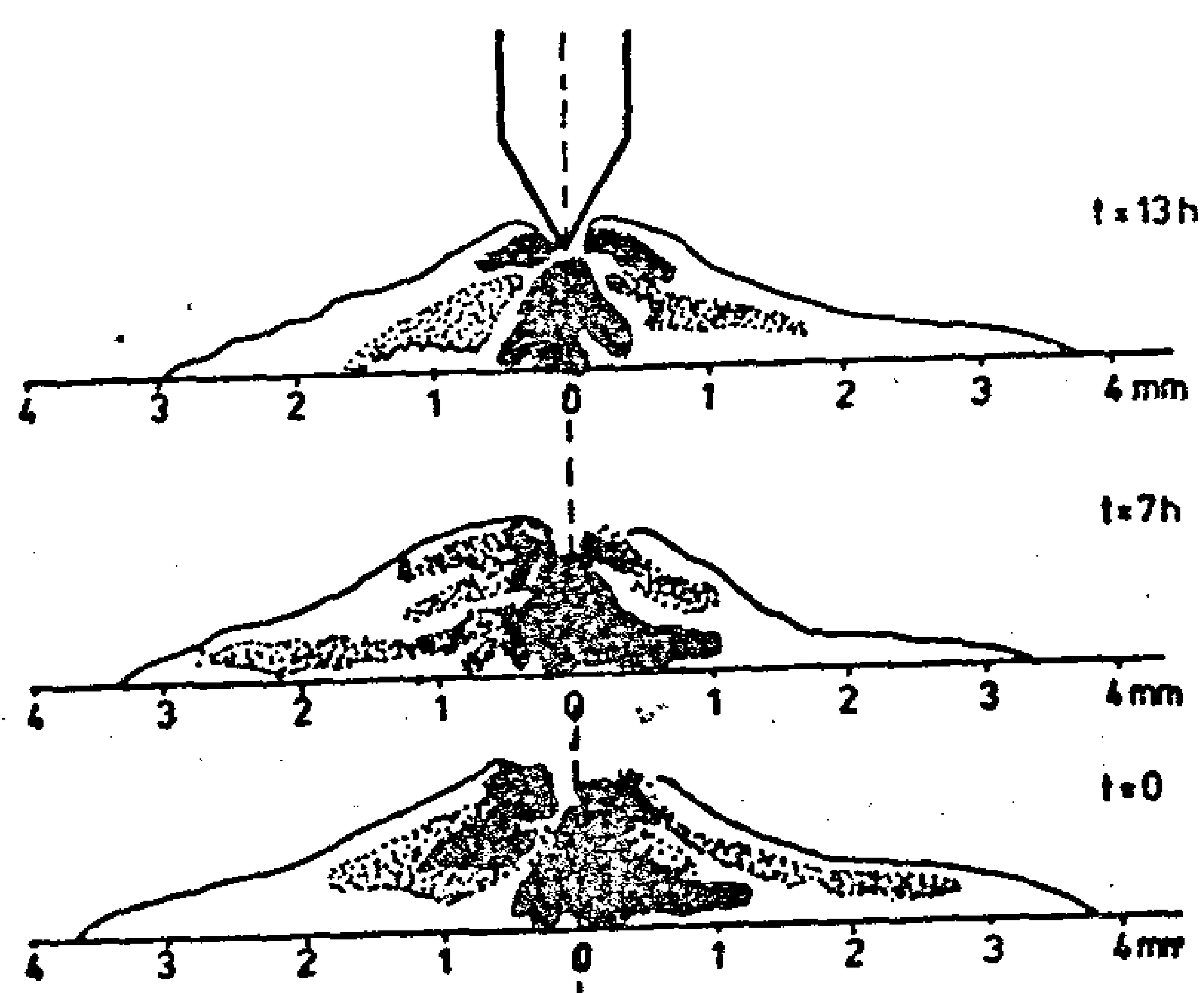


Fig. 4 Maps of the optical density of the gaseous volume in OA

h = 0.9mm, s= 2mm, V= 15kV

The highest optical density regions are marked as black spots. The size of luminous patterns, thus the dimensions of surface covered by PD can be related to the size of Lichtenberg figures/dust figures/,however, the first depends on sensitivity of a photographic plate.

Nevertheless, it can be noted, that PD in free gas volume arrangements do not cover the whole dielectric area, being restricted to the particular places although their spatial rage is relatively large. These places, however, tend to increase with time.

Strong decrease of the gaseous volume of PD into voids causes geometrical limitation of discharge development and also change the gas atmosphere conditions during aging.

In voids concentration of PD takes place at particular places and image intensifier pictures are able to show this, Fig. 5 presents some typical patterns obtained in VA1, VA2 and VA3 after hours of aging. There are visible the concentration areas rather in the middle section of VA2 void, and a large fraction of discharges localized around the periphery of a void floor in VA1.

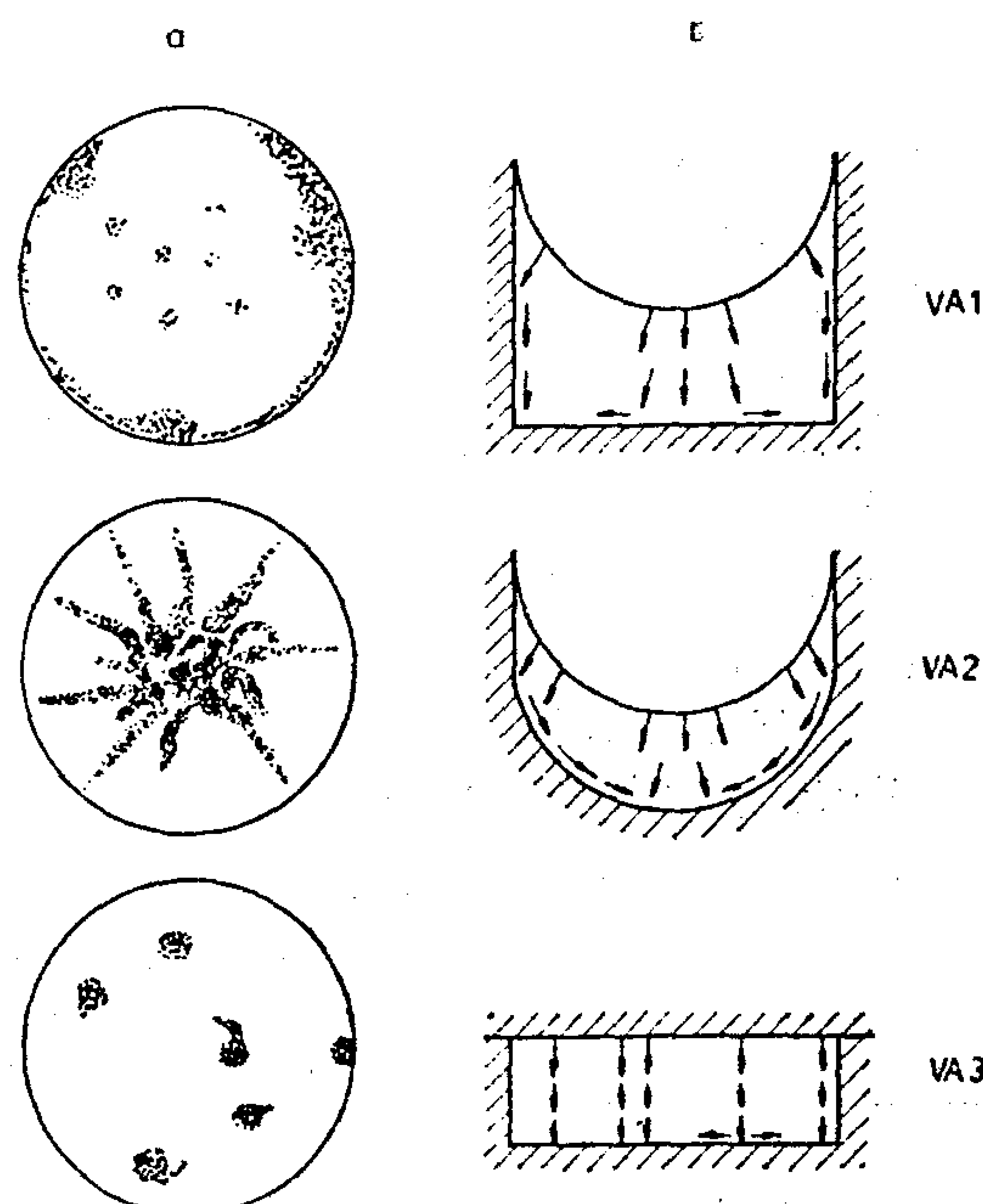


Fig. 5 Concentratios of discharges in voids
a/ Voids surface according to image intensifier observations
b/ Direction of striking discharges

In VA2 peripherial localization is not possible, thus, large number of discharges develop along the walls towards the middle of void. In VA3, the concentration sites are always non-unformely spread over the whole void.

Obviously, the patterns presented show that in voids, only some parts of the void surface are affected by PD. This is mostly true for initial period of the voltage application when electrical stresses are lower and voids dimensions larger. However, even in relatively large void/d =3 mm, h = 1mm/after longer time/some hours/ these patterns are less clear, in particular disappearance of bright flashes related to concentration points can be observed / VA1, VA2/.

2.3. Spectral structure of discharges

It is well known fact that during the PD phenomena primary and secondary processes of gas atom and molecules can change an energy state of these species and, therefore, can modify the gas phase

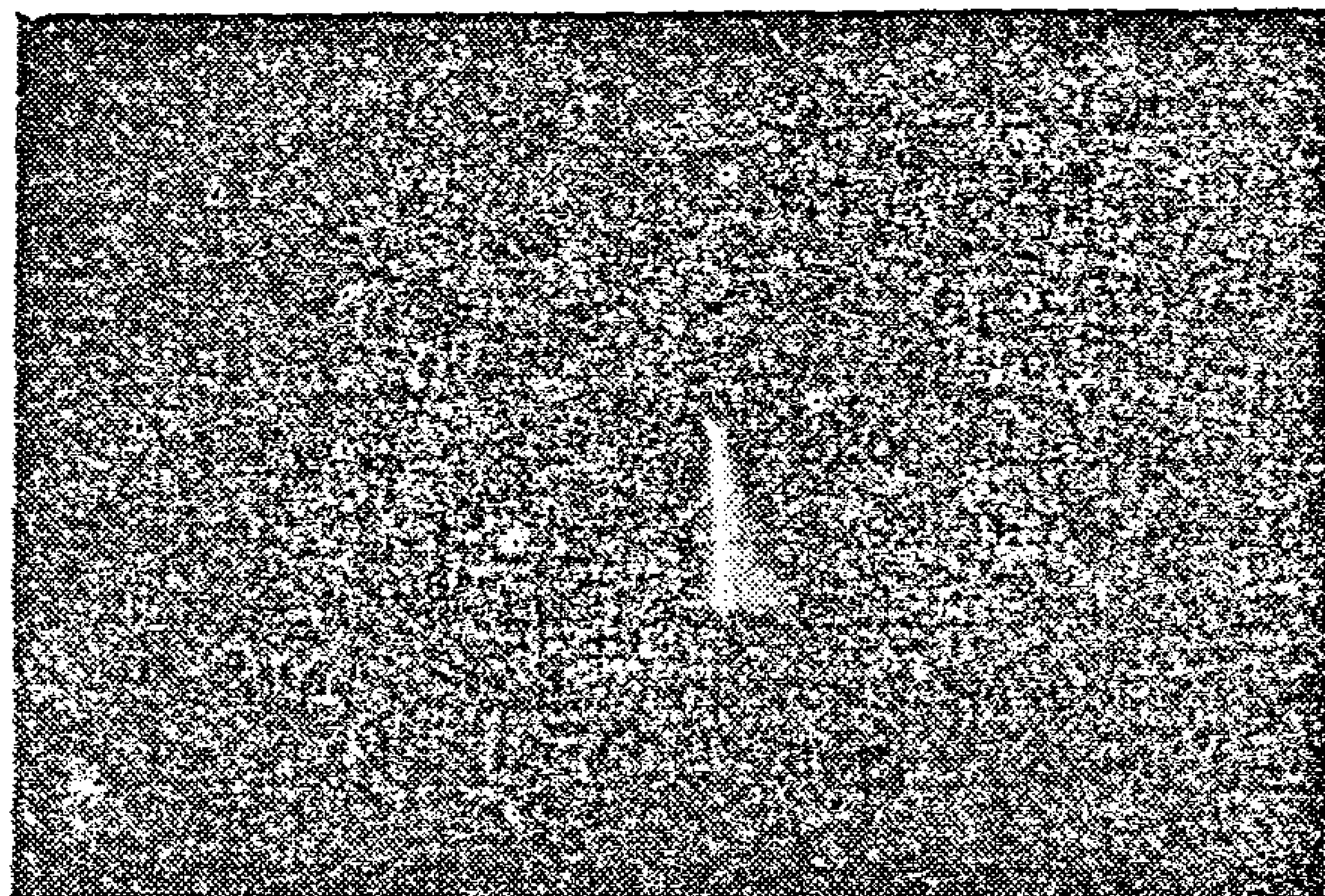
Within the period of experiments lasting up to tens of hours the dissappearance of PD occured neither in OA and SA nor in VA1 and VA2.

2.2. Spatial range of discharges

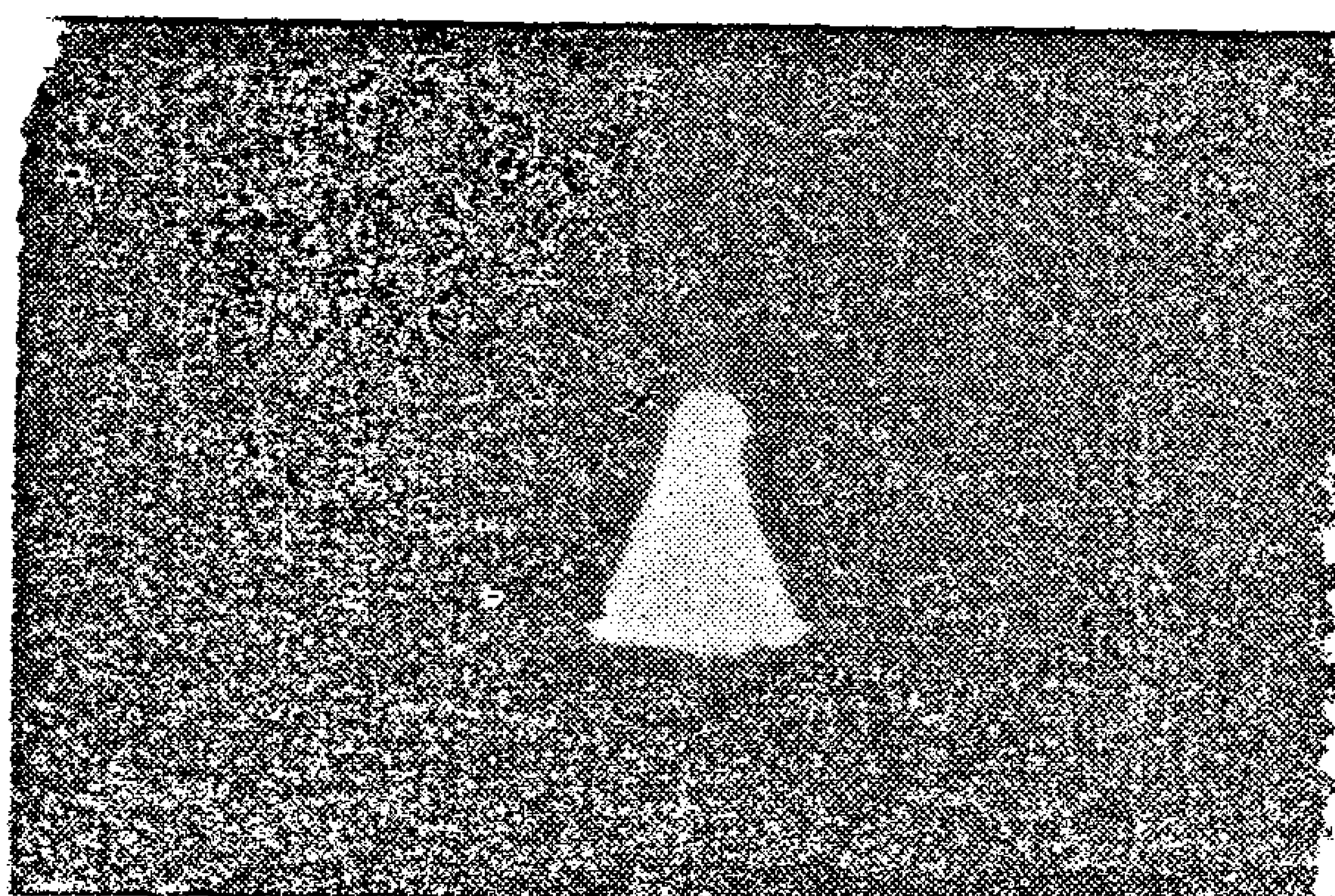
The volume range of gaseous phase covered by discharges can be evaluated by different techniques, i.e. by monitoring of the image of PD on a photographic plate or on a photocathode of an image intensifier. Some other methods /dust figures/ are also available. By taking of the image of PD their spatial distribution, active volume of gaseous phase and area of dielectric affected by PD can be estimated. In fact, the whole luminous image of the source of PD estimates the optical range of radiation being the volume of gas in excited or ionised state.

Development and, thus, distribution of the optical range of radiation depends mainly on the local value of electric field E, furthermore, depends on the size and geometry of the gas volume.

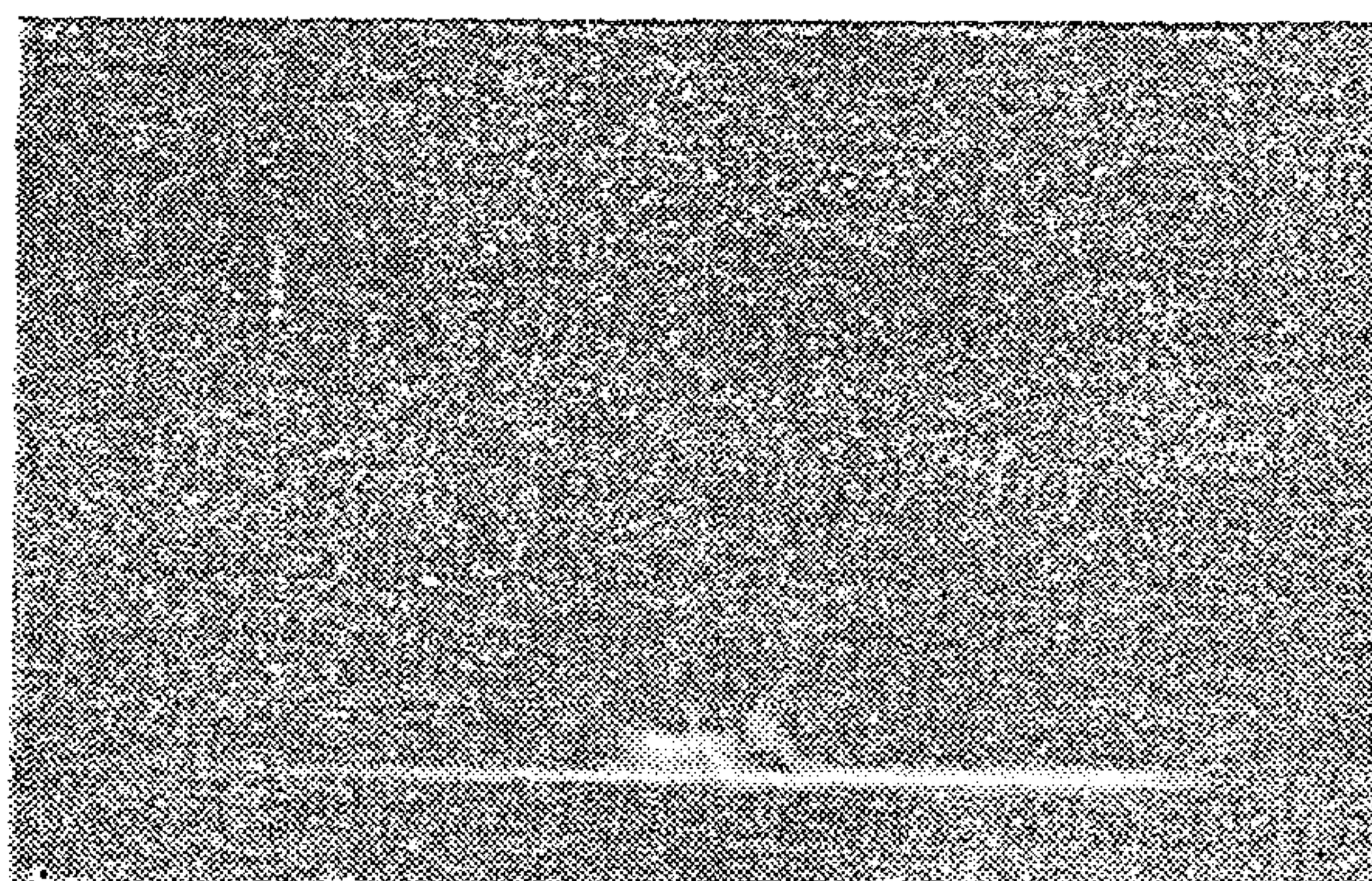
In the free gas volume type PD sources /OA, SA/ relatively large area of dielectric sample is covered by discharges. An inhomogenous character of the optical density in OA and SA can be stated, as well as strong dynamics of changes of shape of equidensitometic optical areas versus time. Apart from the nature of development of discharges in open gaps the irregularity and asymetrical distributions density can be influenced by the cicroscopical roughness of the electrode material. Some local «microsources» of discharges at particular sections of electrodes can be then created as a result of local field enhancement. This is visible in Fig. 3 showing a photograph of luminous image of PD in OA [8]. With this microsources always associated the highest optical density regions with the highest electron energy. They are relatively small nonuniformaly spread in the gap around the optical axis, varying versus time. Fig. 4 displays changes of density areas during test in OA, obtained by means of equidensitometric analysis of blackening degree of photographic plate [8].



a



b



c

Fig. 3 Static photographs of luminous image of discharges in OA,
a,b/ h= 1.0mm, s= 2mm, V= 6kV and 12 kV conical electrode
c/ h= 0.3mm, s= 2mm V= 15kV

or after longer voltage application time /several, tens of minutes up to hours/.

As it is commonly accepted, such discharges do occure when surface resistivity is smaller than critical / $Q < Q_{cr}$ /. According to [4] surface resistivity should lie in the range from 10^8 to 10^{10} Ω, when charges flow over the surface guarantes uniform field conditions. Electrical pulses of Townsendlike discharges are accompanied by symmetrical or quasi-symmetrical optical pulses /electron current/ which tail is due to quenching of avalanche ionisation by the influence of positive volume charge in the gap [5].

Normally, in sub-milimetrical metal-gas-dielectric or dielectric gas-dielectric gaps, the primary mode of discharges is this of canal /streamer/ type. Such fast developing PD/T1 and T2 values much smaller than for slow discharges /were found in OA, SA, and all VA arrangements at different test conditions. They require higher surface resistivity / $Q < Q_{cr}$ /which enables inhomogenous distribution of surface charge at particular sities of the gap.

In contrary to the slow Townsendlike discharges, they are restricted to a small area of the cavity floor. However, some large, fast developing discharges with T1 below one ns up to few ns and T2 from single ns up to several ns were measured which gave apparent charge qa values much exceeding the calculated / $q_a \geq q_{cr}$ /i

They can be attributed to the, so called, «super-discharges» or «anomalous discharges» [6]. They occur, generally, in the initial stage after ignition of PD, mainly in voids with a metal electrode when localisation of discharges on a small place occures and sufficient electron concentration is possible.

In some cases VA1 they may discharge completely the void, as intensive discharges along the void's walls can develope [6].

Electrical pulses of stremerlike discharges were accomopanied by non-symmetrical or quasi-symmetrical optical pulses. Their decay time can be from 2 up to 5 times longer than rise time. The character of PD may change significantly as a function of mtime and transitions of fast PD into show PD takes place at different voltage conditions in various types of PD sources after certain time /from several minutes up to several hours/.

This is due to lowering of surface resistivity and, in consequence, it results in decreasing number of streamerlike discharges [5, 7].

The comparison of magnitudes of both modes of PD shows that the large pulses can always be related to canal /streamlike/ discharges, however, these magnitudes are subject of random fluctuations.

From the point of view of variation of modes of PD recorded, the investigated sources display some differences, as with presence of metal electrode, free gas atmosphere, decrease of h/d ratio the time to discharge transition elongates. The sealing of a cylindrical gas volume inside of dielectric leads to relatively quick decrease of number of streamlike discharges when h/d is sufficiently low /after the period lasting from several minutes up to single hours/, while with presence of metal they can last for some hours.

Such charges have to be regarded during estimation of aging model test conditions for comparative purposes. It seems that for longer periods of aging by PD in model arrangements /tens of hours and longer/ the frequent Townsendlike discharges with smaller magnitudes are the dominant type of PD.

It has to be strongly underlined that in embeded type voids /VA3/ the extinction of discharges is often observed. The probaility of dissappearance of PD increase when a volume belonging to the gaseous phase of discharges decreases.

Suitable methods of examination and selection of faulty specimens were also introduced [2].

The dimensions of samples made of different epoxy materials were 40 x 40mm and thickness s of the sample or part of a sample affected by discharges was 1 mm or 2 mm. Gaseous gaps h were from 0.1mm up to 1.0 mm. Void diameters d were 1 mm, 3 mm and 6 mm. Rod electrodes have semi-spherical ends, however, cone shaped ones were also introduced with radiuses of their r = 300 μ m.

The test conditions at power frequency enabled to obtain the working stresses in the dielectric material from single kV/mm /5 kV/mm/up to several kV/mm/20 kV /mm/.

2.1. Pulse shape analysis

The character of PD can be determined by the waveshape of discharge current and optical pulses by application of speed oscillography, thus, identification and discription of disharge mechanism is possible.

In the wide range of test conditions the types of discharges identified were:

(a) single avalanches of low intensity, (b) non-symmetrical Townsendlike multiavalanches, (c) canal or streamerlike, single, multiple or surface type discharges.

Single avalanches could develop only along a short path and their apparent charges are much below the detection sensibility of electrical pulse measurements They can be detected only by the optical method [3]. As they play a minor role in the overall balance of PD they do not have to be the subject of consideration in the studies of aging by PD.

Indeed, the multiavalanche /slow/ discharges and canal type/fast/ discharges are the dominant PD modes present in the sources investigated at different test conditions.

Fig. 2 shows distinct types of electrical /total current/pulses of discharges in quetion with the accompanied optiral/ electronic current/ pulses. The rate of rise pulses T1 /and their decay time /T2 /are dependent on geometry of PD source, their atmosphere, dielectric material used and time of application of high voltage. Some variations of either T1 or T2 were observed for different test conditions, even at voltages only slightly exceeding Vi/PD inception voltages.

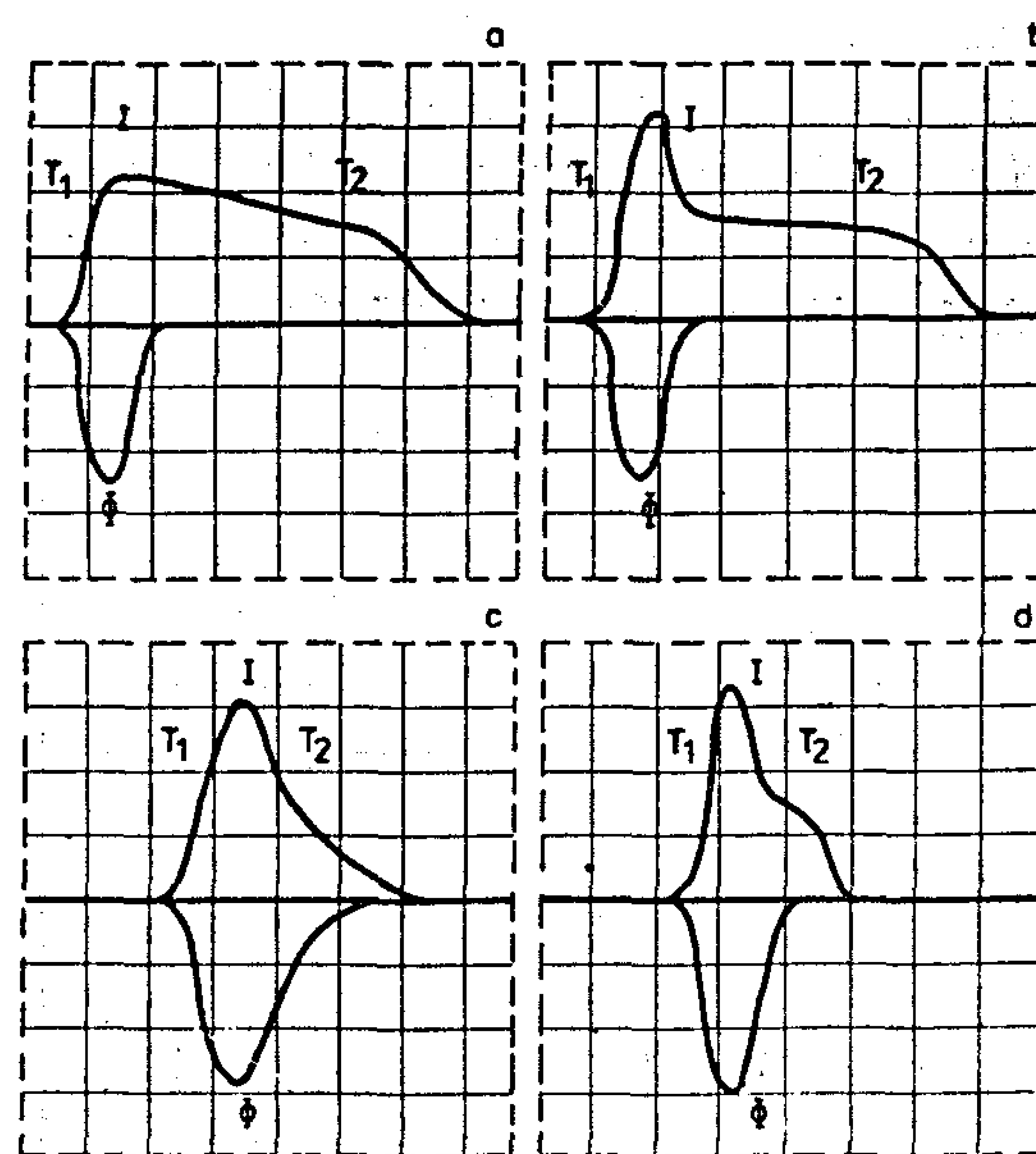


Fig. 2 Typical modes of partial discharges in sub-milimetrical gaps

a,b/ Townsendlike discharges; T1: 20...60ns, T2: 200... 1000ns, 100ns/div, 10mv/div

c/ canal-type discharges; T1 : 5... 15ns, T2: 15...30ns, 10ns/div. 100mv/div

d/ «super-discharges»; T1: 0.8... 5ns, T2: 10 20ns; 5ns/div, 100mv/div

I — electrical pulses, — optical pulses

Townsendlike discharges were detected in OA, SA, VA1, VA2 arrangements, more frequent for smaller but wider broad gaps

gements in which exists a source of discharges maintened by an electrode and surrounding or contacting solid dielectric sample. It was pointed out by the author that the rate of similarity of both : the real and the artificial source of discharges does not necessarily mean their geometrical corres pendence but rather considers their common physical features [1].

Many different arrangements can be used for the study of various types of PD. The arrangements considered in this contribution are shown in Fig. 1, namely: open-to-air arrangement /OA/, sealed in a glassvessel arrangement SA/, cylindrical void arrangement / VA1 semispherical void arrangement / VA2/, embeded void arrangefent /VA3/.

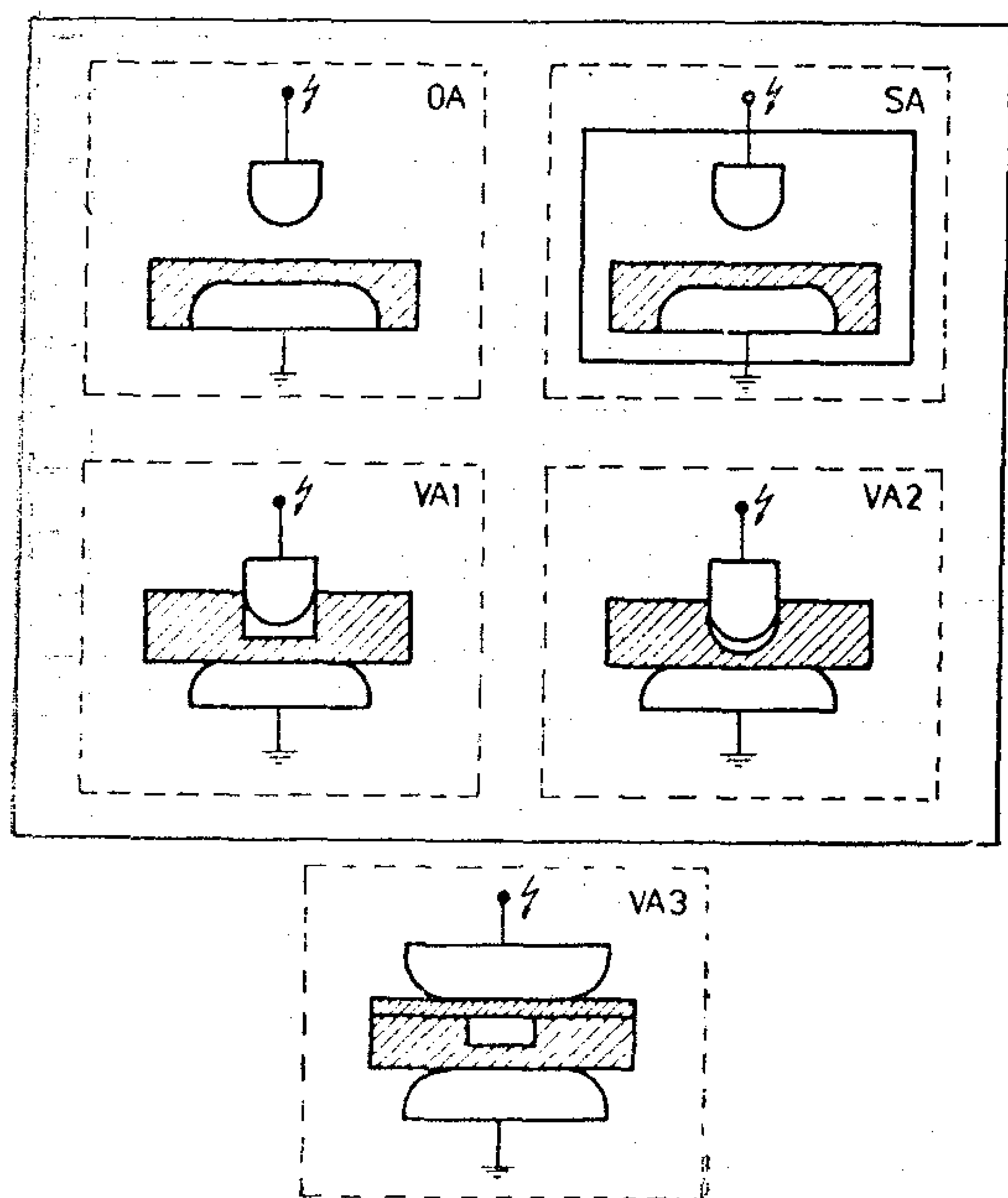


Fig. 1 Model arrangements used during the study.

The arrangement studied: VA1, VA2 and VA3 have simulated the volume type sources of internal PD appearing in cavities in different insulating systems, while OA and SA were adopted to extend the range of experimental conditions.

The aim of this study was to compare qualitatively PD in different model arrangements in quasi-uniform fields in air, without measurements of PD intensity characteristics the other attempt was to compare the destructive effects of dischares.

The present investigations are a part of the research carried out in order to evaluate the effectiveness of degradation of organic materials during model tests of aging by PD. The final goal is to establish the conditions for comparative testing of the resistance of different synthetic solids to internal type discharges.

The experimental methods used were: fast oscillography of electrical and optical pulses, emission spectrometry and spectrography, image intensifier and static photography techniques. For degradation studies optical and scanning microscopy were employed while resistance to breakdown by discharges was investigated by lifetime measurements.

The subjects of analyse were: shape of electrical and optical pulses, spatial range of discharges, spectral distributions of radiation emitted by discharges as well as visible products of damage resulting from PD interactions with dielectric and also breakdown probability characteristics of samples deteriorated by PD.

Bisphenol type epoxy resin unfilled and silicafilled were the dielectrics tested.

2. Partial discharges in different model arrangements.

In the all arrangements adopted, the attention was paid to the purity and reproducibility of the samples and electrodes. Several parameters like: geometrical dimensions, state of interfaces: metal-gas, gas-dielectric and metaldielectric, residual mechanical stresses were regarded.

Preparation of samples, stainless steel electrodes and the whole model arrangement followed a controlled manufacturing process.

PARTIAL DISCHARGES IN SOLID DIELETRIC MATERIALS AND THEIR AGINP EFFECTS

N. Farrag* A. Sierota**

Summary

Different features of partial discharges (PD) the main factor influencing the life of many solid insulating systems under ac stresses. PD phenomena can be initiated and developed either on the surface or in the volume of dielectric material resulting in local changes of it properties and leading eventually to the breakdown.

The discharge sources appearing in the real insulation can be simulated and tested in several model arrangements having either a free gas volume or differently shaped voids, namely : in open arrangement (OA), sealed arrangement (SA), metal dielectric void arrangements (VA1 and VA2) and dielectric-dielectric void arrangement (VA3).

The shape of electriccal and optical pulses of PD, optical range of radiation spectral distribution, of ardiation as well as solid damage products and breakdown characteristics were studied in order to characterise PD in different sources and to estimate their aging effects on materials like cast epoxides. It can be concluded after experiments that geométrical limitation of the volume of PD and presence of the metal electrode which provide continuous action of discharges are the main factors accelerating the breakdown process. The most rapid failure of dielectric material by PD is represented by the arrangements in which the localisation of discharges takes place. The strimer-like intensive discharges can be responsible for such localisation.

1. Scope

The aging of solid dielectrics in different types of insulations caused by partial discharges /PD/in ac electric field still remains one of the most serious economical and technical problems.

Partial discharges, in general, are complex, physical phenomena displaying themselves locally by : electromagnetic radiation, motion of electric charges, accoustic wave propagation, interactions of gas partricles charges and photons with dielectric materials, dielectric losses and changes of temperature, charge trapping, changes of surface and volume conductivity, chemical reactions etc...........

The above processes might have some destructive effects on the surrounding dielectric material and lead to pre-matured breakdown. The existing experience from the measurements of real insulating objects at different stages of their service-life, supported by the experimental results of work done with models of insulation enabled to classify different types of PD.

In general, they can be divided into : point-corona, surface and internal discharges, the latter being considered as : void, slit and channel PD. They all can appear at different places of outer or inner parts of insulation. There is possible to simulate them by various model arran-

* Faculty of Engineering Suez Canal University Port-Said, Egypt.
** Institute of High Voltages Warsaw University of Technology Warsaw, Poland

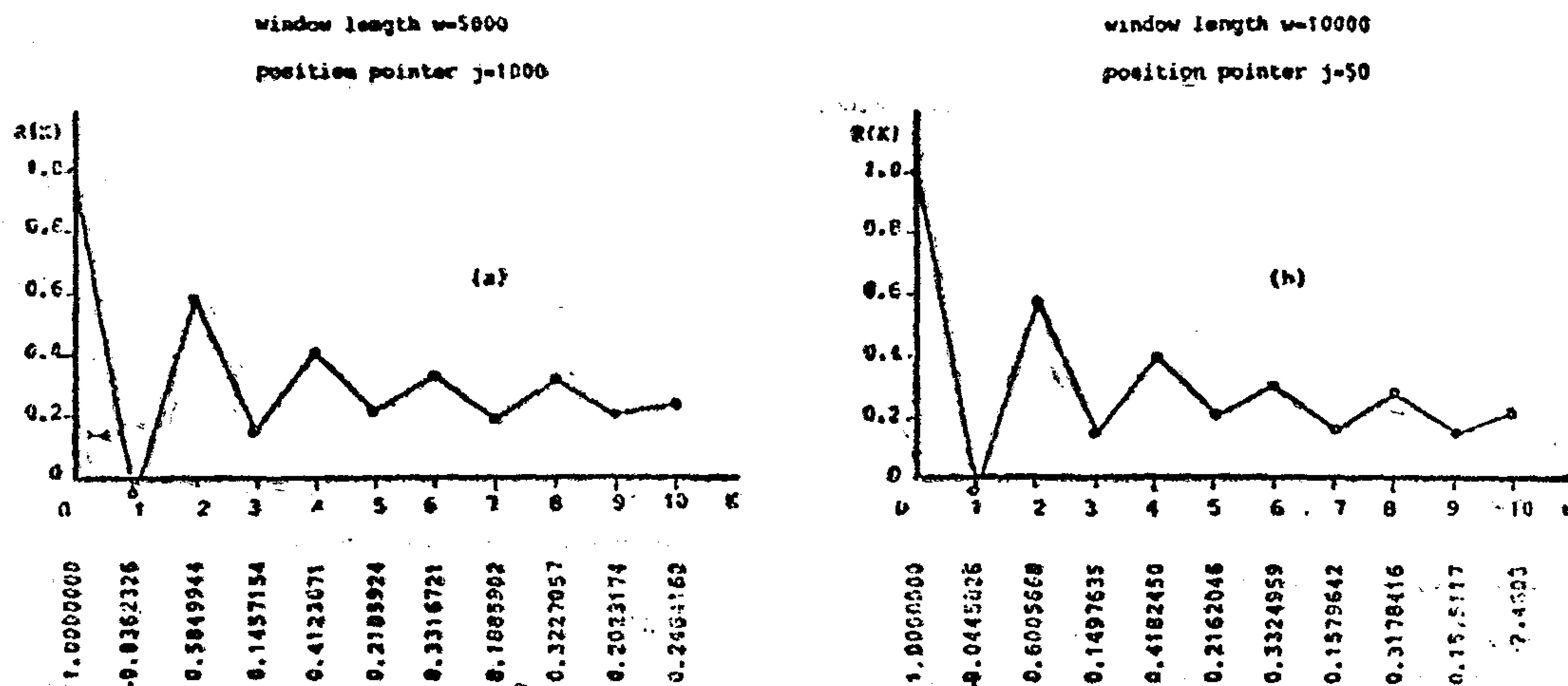


Figure 2 Direct autocorrelation for Speech

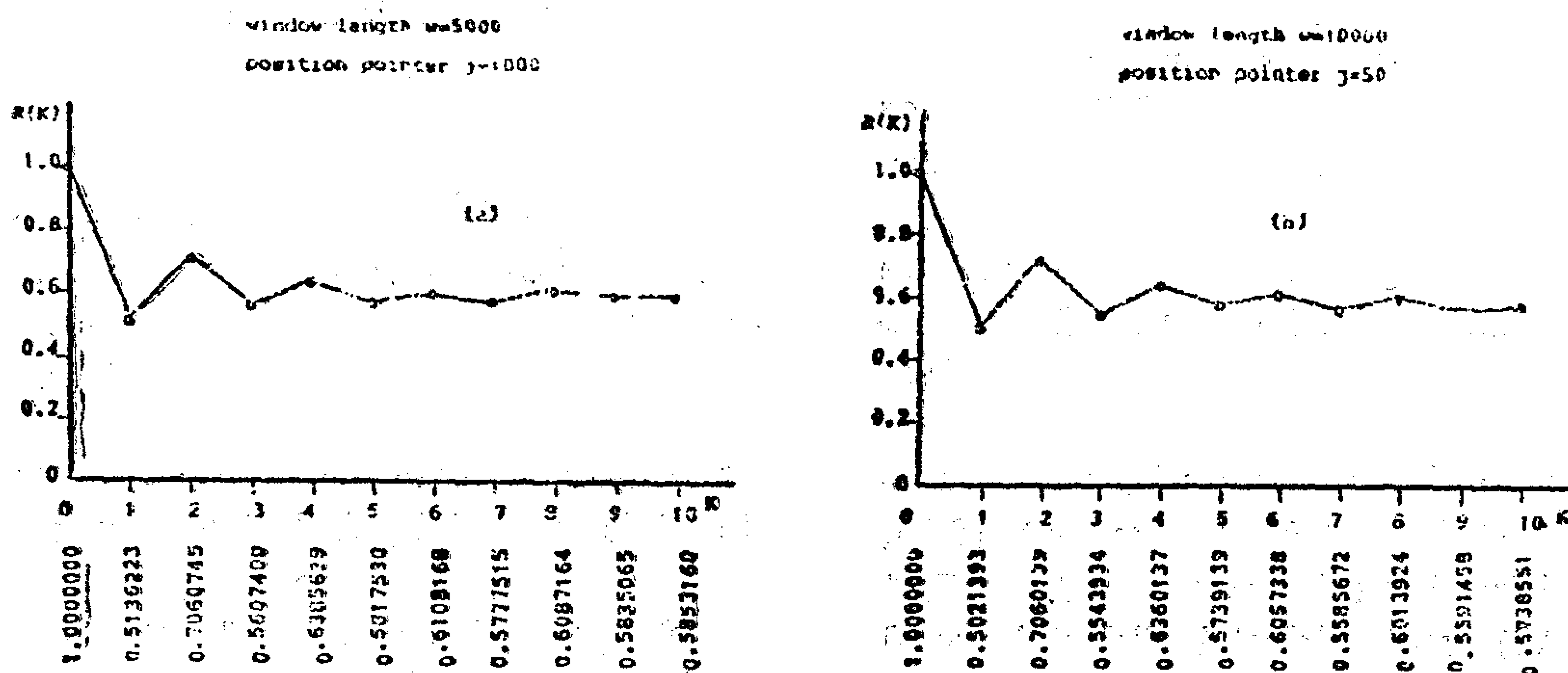


Figure 3 Modified weighted Autocorrelation for Speech

These results, together with the results of the previous work of [1], can be used to distinguish between speech and data and at the same time we can identify the data rate.

6. CONCLUSION

In this paper a method is proposed and implemented through simulation for the distinction whether a bit stream is speech or data. Taken together with the results of a previous work, the distinction can be extended for the case of data for determination of whether the data rate is 2400, 4800 or 9600 b/s.

7. REFERENCES

1. K.S. Rafila, I. Dedes, V.R. Dhadesugoor, and C.V. Chakravarty, «Signal Identification Using Time Averaged Autocorrelation Functios of the ADPCM Digital Output», IEEE Phoenix Conference on Computers and Communications' 86, Conference Proceedings, Scottsdale, Arizona, March 1986, pp. 102-106.

2. Conference Rec., Int'l Conf. Commun. 1985, papers of session 34 on CCITT Recommendations on ISDN.

3. CCITT, «32 Kb/s Adaptive Differential Pulse Code Modulation», Recommendation G. 721, 1985.

4. V.R. Dhadesugoor, «Voice and Data Integration Using Digital Silence Detection For Satellite Applications», IEEE GLOBECOM' 83, Conference Proceedings, San Diego, California, Nov. 1983.

5. N.J. Jayant, P. Noll, «Digital Coding of Waveforms», Prentice-Hall, 1984.

From the plots of the ACF in[1] it is clear that the first side lobe peak of the ACF occurs at a lag of 4 for 2400 b/s data and at a lag of 3 for 4800 and 9600 b/s data. This can be used to easily distinguish between 2400 b/s and higher rates. Other information must be used to distinguish between 4800 and 9600 b/s data.

A technique was proposed in[1] for computing the Approximate ACF (AACF) using the following equation,

$$R(K)_w = [1/N] \sum_{i=j}^{j+N} L(i) \qquad (2)$$

where

the subscript w denotes the «weighted» computation

$$L(i) = 1 - [n(i)/7]$$

$$n(i) = [I(i) - I(i+K)]$$

and so n (i) will take on values from O to 14.

From the plots of the AACF it has been shown in [1] that we can distinguish between data rates of 2400 b/s on one side and 4800 and 9600 b/s on the other side using the location of the first side lobe peak. This peak occurs at a lag of 4 for 2400 b/s and a lag of 3 for higher rates. The distinguishing between 4800 and 9600 b/s is a little more difficult than the problem of distinguishing between 2400 and higher rates. Here the technique rely upon the difference that between the value of the first side lobe peak of the AACF. From the plot of the probability of occurance of these values [1] it was seen that for 4800 and 9600 b/s there are certain mutually exclusive regions. This regions is not present when we compute the conventional ACF, but it is evident with the AACF. Thus distinguishing between 4800 and 9600 b/s can be made using the value of the first side lobe peak of the AACF.

5. SPEECH/DATA IDENTIFICATION

In this section we introduce the new method for speech/data detection. The speech signal is encoded into a 32 Kb/s format using the CCITT ADPCM encoding algorithm. The output of the encoder will be the 4 bit binary word with values ranging from -7 to +7. I (n) is the output. We first compute the ACF of this output according to equation (1). The ACF is computed for different lags and the plot of the ACF is examined. The CCITT ADPCM algorithm has been simulated on IBM 4341 and samples of speech sampled at 8 KHz rate have been used for the computation of the ACF. The plots of the ACF of the speech are shown in Fig. 2. The computations have been carried out for different values of N the window size and for various starting values of the I(n)'s The first side lobe peak laways occurs at a lag of 2. From section 4 we have seen that for modem data this first side lobe peak occurs at different lag (4 for 2400 b/s data and 3 for 4800 and 9600 b/s data).

We also computed the AACF according to equation (2). From Fig. 3, it is clear that the decision can be made on the basis of the location of the first side lobe peak. Again it occurs at a lag of 2- In both Fig. 2 and 3 the ACF values are printed at the bottom of the plot.

of rates 2400, 4800 and 9600 b/s on the other hand.

The conclusion is that we can here distinguish for the bit stream whether it is speech or data, and, further for data wether its rate is 2400, 4800 or 9600 b/s

3. ADPCM ALGORITHM

The ADPCM algorithm used employs both adaptive quantization and adaptive prediction [3,5] . CCITT formally approved the algorithm as an international standard at the October, 1984 plenary session. Overall block diagram of the encoder and decoder are shown in Fig. 1.

4. DATA RATE IDENTIFICATION [1]

The scheme that we follow to distinguish between speech and data is similar to the one that has been proposed for modem rate identification using time averaged autocorrelation function (ACF) of the ADPCM output[1]. In this previous work the digital modulated signal is encoded using the CCITT 32 Kb/s ADPCM encoding scheme. The output of the encoder is a binary word I (n) with values in the range of -7 to +7. Samples of 2400, 4800 and 9600 b/s sampled at 8 KHz rate were used for the computation of the autocorrelation. The conventional, ACF is defined as,

$$R(K) = [1/N] \sum_{i=j}^{j+N} I(i)\, I(i+K) \tag{1}$$

where

N = number of samples/segment

K = relative sample position difference between the ith and (i + K)th samples

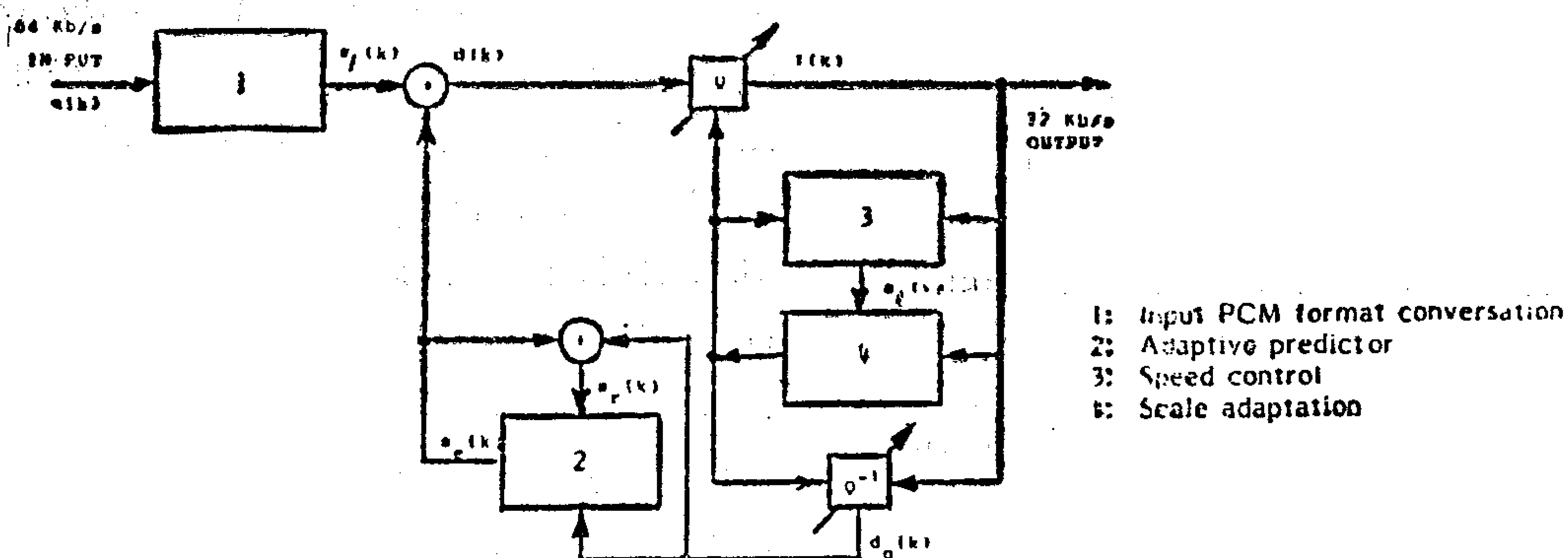


FIGURE 1a - Encoder Block Diagram

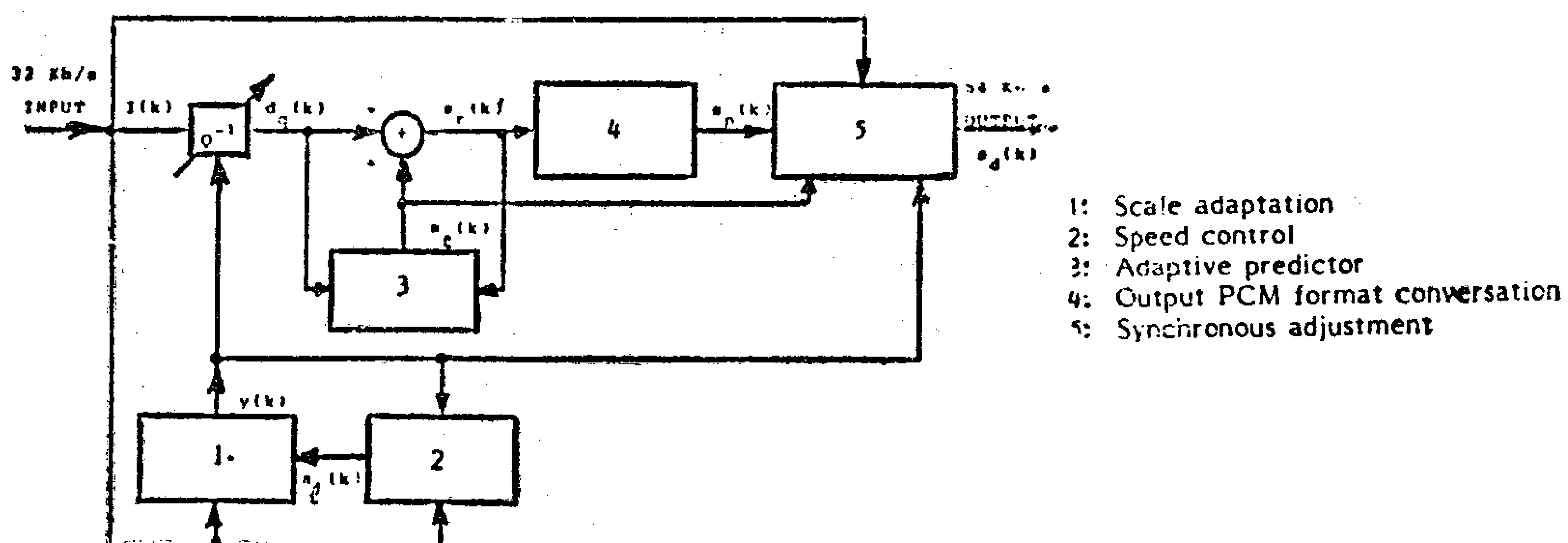


FIGURE 1b - Decoder Block Diagram

SPEECH/DATA DETECTION TECHNIQUE USING ADPCM

BY

Dr. Kamal S. Rafila,*
Dr. Vaman R. Dhadesugoor**

1. ABSTRACT

In this paper a method of sampled autocorrelation on the bit stream of the CCITT Adaptive Differential Pulse Code Modulation (ADPCM) is computed for input speech and for input Voice Frequency (VF) modem Signals. The purpose is to detect the nature of the signal, i.e. whether it is speech or data. The data rates taken are 2.4, 4.8, and 9.6 Kb/s. The carrier freqcency of each of the modem signals is 1800 Hz. The sampling rate used for speech and data is 8 KHz. The The CCITT is operating at 32 Kb/s.

The time average autocorrelation technique employs two methods of computation of autocorrelation : unweighted, and weighted. In the case of unweighted method, the autocorrelation is computed exactly. For the weighted case, the autocorrelation is computed by using weights to obtain an approximated version of the autocorrelation.

The simulation results demonstrate that a single point in autocorrelation can easily distinguish between speech and data. In our experiment this point happens to be the first side lobe peak of the autocorrelation curve. Thus this system is easily realizable for real time environments.

2. INTRODUCTION

Signal identification for real time systems is an important tool in many integrated transmission applications which require knowledge of signal characteristics for switching and/or automatic routing. Such applications include : (i) Digital Speech Interpolation (DSI) and Digital Non-Interpolation (DNI) type switching environment, (ii) Integrated Services Digital Network (ISDN) [2] where automatic routing will be important for efficient use of the channel bandwidth.

Considerable interest has been generated [4] in the use of packet transmission technique for the simultaneous handling of voice and data traffic in integrated digital communication networks. Since conversational voice provides up to 40-percent silence, we can transmit voice packets during active voice periods and data packets during voice-inactive (silence) periods.

In this paper we describle a speech/data detector for distinguishing speech signals from voice band modem signals. The data rates are 2400, 4800, and 9600 b/s and all the systems must have the same symbol rate. The decision on the signal type is based on the autocorrelation of the digital output after the signal is digitized. The digitization is done using the CCITT recommended 32 Kb/s ADPCM [3]. This is an extension for an earlier work for data rate detection[1]. The results obtained in this paper, together with the results of this mentioned earlier work, indicate that a single point in the autocorrelation curve can easily distinguish between speech on the one hand and data

* Faculty of Engineering Cairo University.
** Stevens Institute of Tech U.S.A.

V. CONCLUSION:

Frequency comparisons using Loran-C transmissions is better than those using VLF transmissions, in areas covered by Loran-C transmissions or somewhat outside these areas.

Maintenance of the receivers in continuous operation required in the case of VLF is not necessary for Loran-C.

Elimination of the sky wave interference can reduce the lock jumps. One way of doing this is by synchronized gating of the receiver's input.

REFERENCES

1. Shapiro, L.D., «Loran-C timing and frequency comparison », Frequency, March 1968.

2. Davis, T.L. and Doherty, R.H., «Widely separated clocks with microsecond synchronization and independent distribution systems», IRE Wescon Record, pp. 3-17, 1960.

3. Kamas, G., «Time and Frequency user's manual», Nat Bur. Stand. (U.S.) Spec. Publ. 559, November 1979.

4. Andrews, D.H., Chaslain, C., and Deprins, J, «Reception of low frequency time signals» Frequency, 6, No. 9, pp. 13-21, September 1968.

5. Shapiro, L.D., «Time synchronization from Loran-C», IEEE Spectrum, 5, No. 8 pp. 46-55 (August 1968).

6. Potts, C.E., and Wieder, B., «Precise Time and Frequency dissemination Via the Loran-C system,» Proc. IEEE, 60, No. 5, pp. 530-539, May 1972.

7. Winkler, G.M.R, «Path delay, its variations, and some implications for the field use of precise frequency standard», Proc. IEEE, 60, No. 5, pp. 522-529, May 1972.

8. Dept. of Transportation, United States Coast Guard, Loran-C user handbook, COMDTINST M16562-3, May 1980.

seems reasonable to assume that the sky wave propagates by a single hop. Under these conditions the resultant sky wave delay is derived using Figure 6.

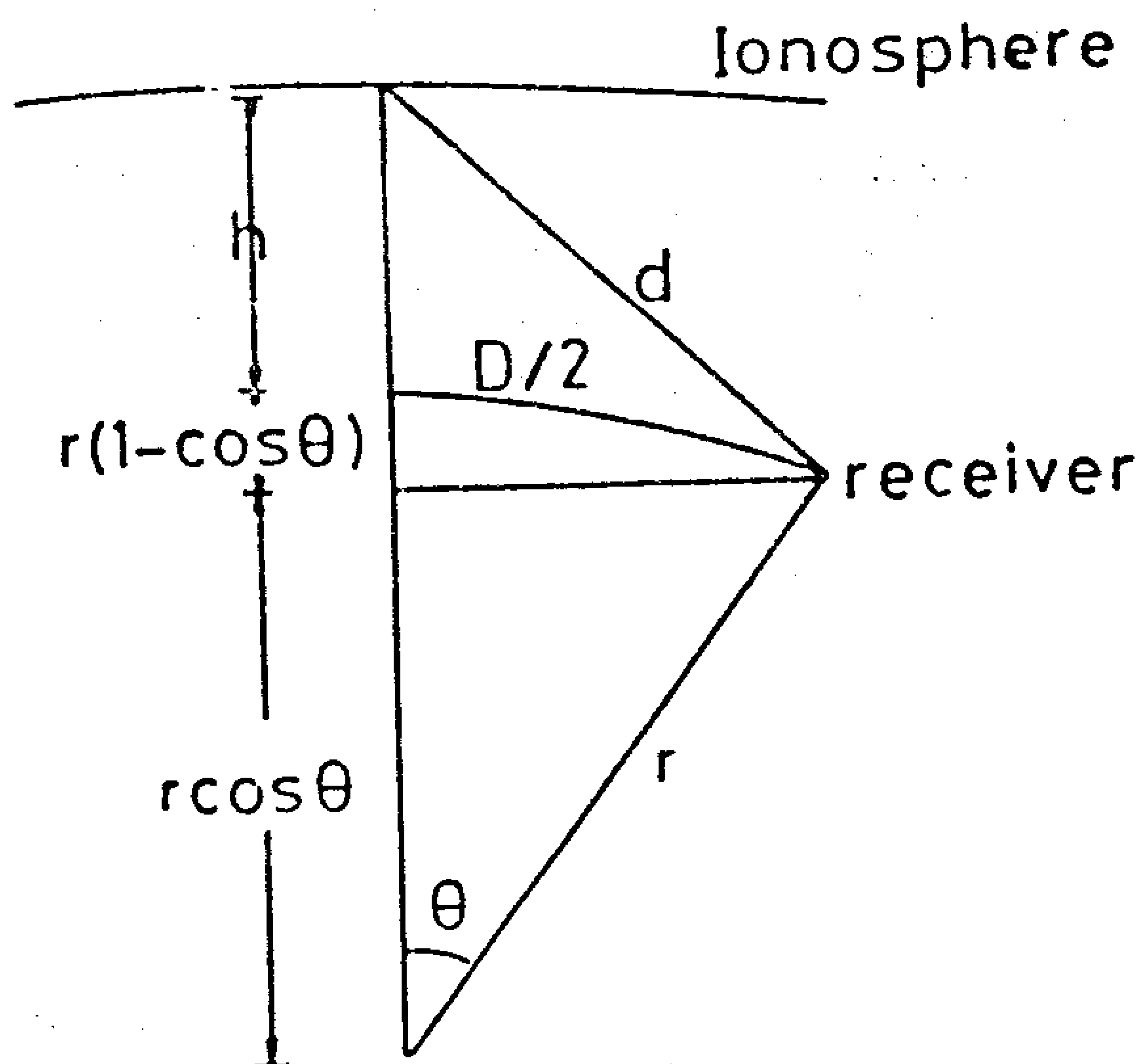


Fig. 6 Single hop reflection.

The following equations for determining the propagation time delay have been simplified and are approximate. The distance between transmitter and receiver can be approximated by

$$D = 2r \qquad [2]$$

The total propagation distance d is then obtained from

$$d = 2\sqrt{h^2 + 2r(r+h)(1-\cos\theta)} \qquad [3]$$

where

r = 6,370 Km, mean radius of earth

θ = 1/2 central angle subtended by radius r from transmitter to receiver

and h is the equivalent reflective height (Km).

The above equation, after putting $(1-\cos\theta) = \theta^2/2$, becomes

$$d = 2\sqrt{h^2 + (D/2)^2(1+h/r)} \qquad [4]$$

Thus the difference in delay $\Delta T = T_2 - T^1$ is given,

$$\Delta T = d/v - D/v = 1/v(d-D) \qquad [5]$$

A sky wave may arrive at a receiver as little as 35 microseconds or as much as 1000 microseconds after the ground wave [8].

Thus the sky wave arrives about 60 microseconds after the ground wave from the master station at Selia Marina, Italy to the receiver at Cairo, Egypt assuming an equivalent reflective height of 80 Km.

IV. RESULTS :

When the receiver is locking to the ground-wave, the time measurements are stable to within 0.3 microseconds as shown in Figure 7. Cycle jumbe do not happen. However, the receiver has the tendency to locking to the sky wave even on some day times.

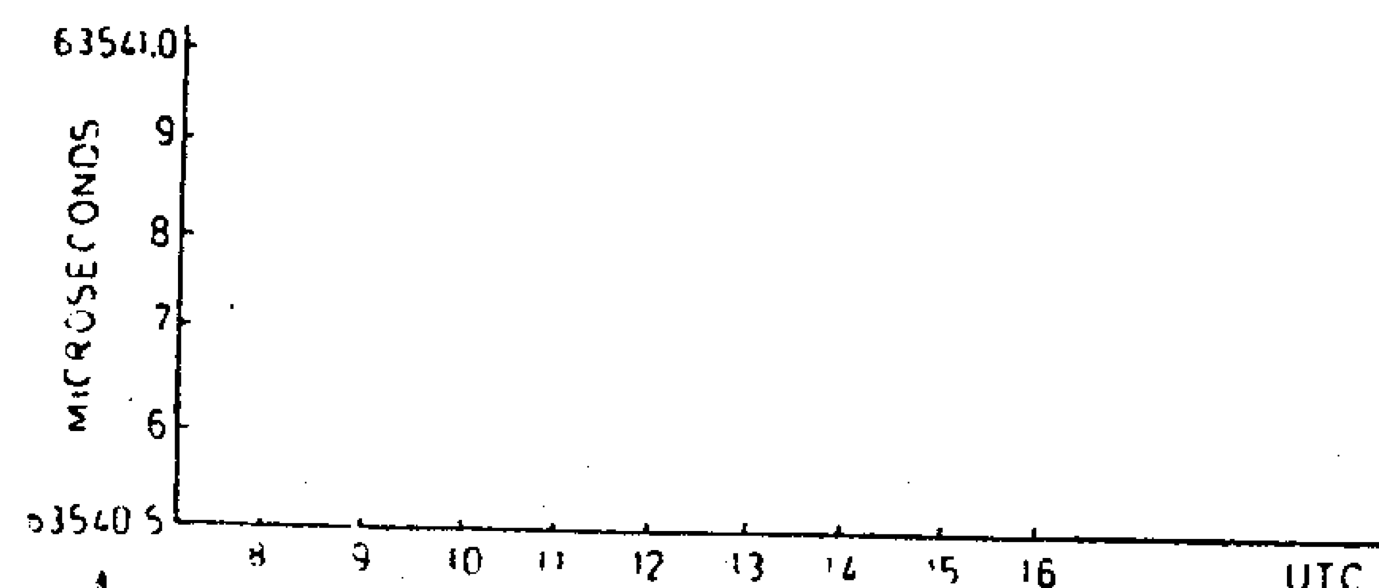


Fig. 7 Phase of ground wave from Sellia Marina, Italy to Cairo, Egypt.

When the receiver is locking to the sky wave, the time interval stability is reduced to 5 microseconds. Cycle jumps, from time to time by multiple of 10 microseconds (10,20 ...) are frequent inspite of careful measurements.

These two differences, between the ground wave and the skywave reduces greatly the use of the receiver for frequency comparison.

III. 1 : STUDY OF RECEIVING CONDITIONS

Low frequency (LF) signals meet the requirements for frequency measurement accuracy and the ability to predict ground wave propagation conditions although they are subject to sky wave interference. Figure 4 shows this effect over a 24-hour period as measured in NIS, Cairo, Egypt. These data show that it is necessary to consider the received signal as a composite of several propagation modes.

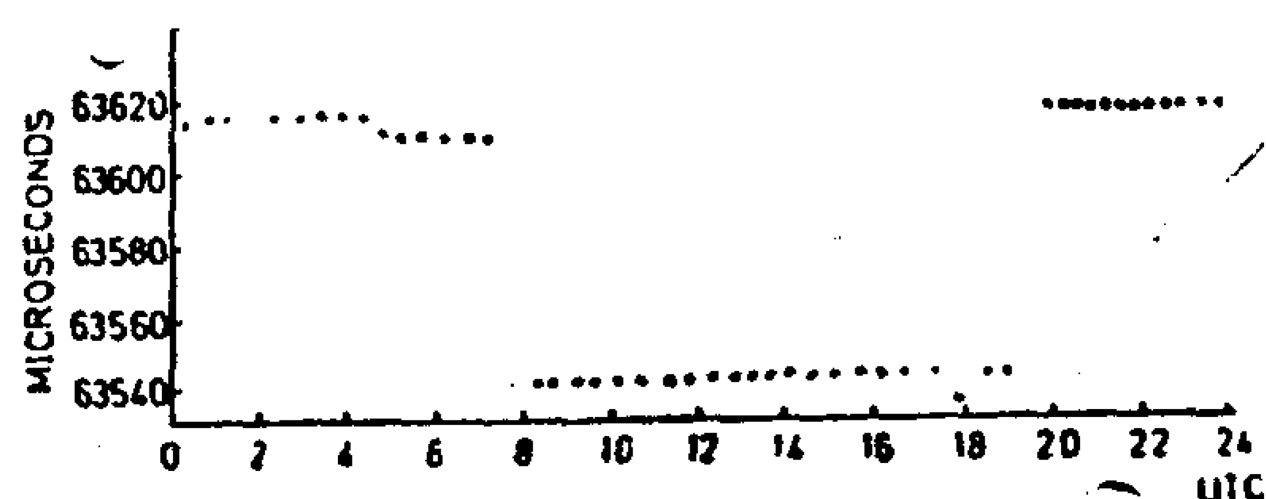


Fig. 4 Observed time difference readings October 15).

On the other hand, the carrier phase stability is such that, during the day, the same propagation mode prevails. In general, one expects for low frequencies that the ground wave is dominant for distances less than 1000 Km [4].

A three-day period of comparison is discussed in this paper as a typical example. Results obtained are shown in Figure 5. Ground wave propagation accounts for 30% of the observed time. During the period from 8 hours to 16 hours UTC, or several hours after sunrise to sunset the phase, has the shape predicted for a ground wave propagation. The results are consistent with ground wave propagation during the day and with a night time sky wave. It is seen that the delay is in excess of 75 microseconds and depends on time of day. In addition, the sky wave is often many times stronger in amplitude, especially at night [5]. For a precise measurement, only that part of the ground wave is used that is not contaminated by the sky wave signal. Figure 5 shows several consecutive graphs. These are not easy to interpret. Some points, however are quite clear.

a. Day time propagation is very stable and composed essentially of the ground wave.

b. From shortly before sunset until sunrise the sky wave gets so large that the receiver locks to it instead of the ground wave.

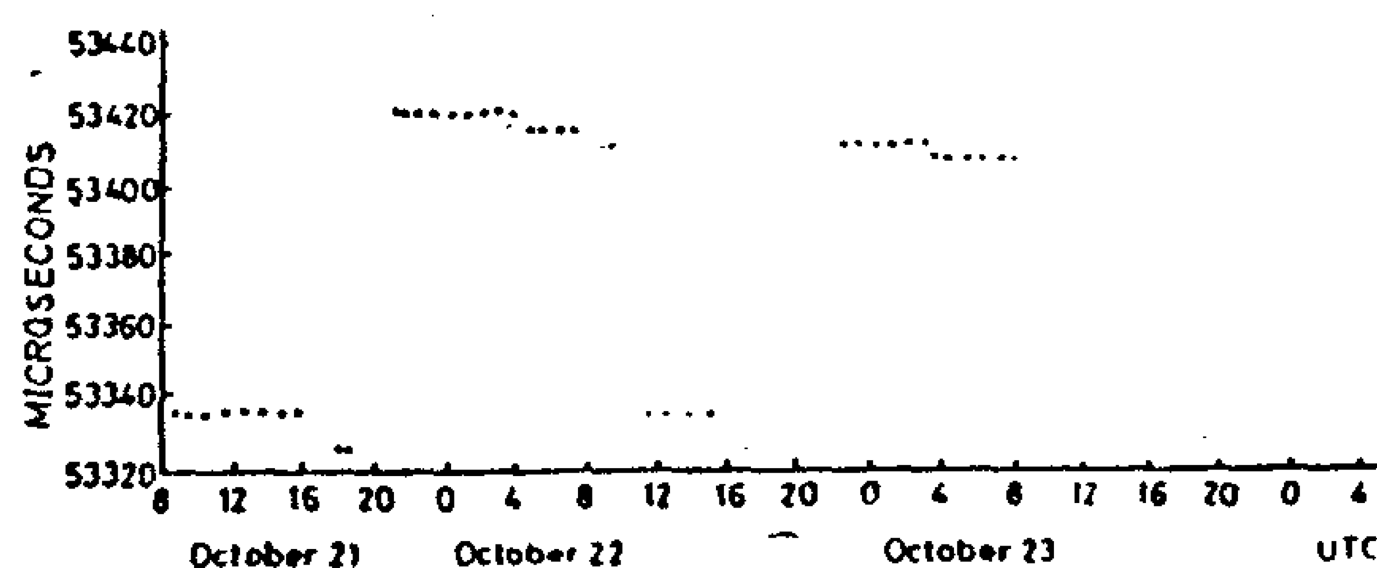


Fig. 5 Atypical three-day record of the time of arrival of the Mediterranean chain.

III.2 : CALCULATION OF TIME DELAY FOR SKY WAVE PROPAGATION.

Path delays for global distances are first computed geometrically and corrections are then applied which are peculiar to the propagation mode [6]. The geometric distance D can be computed on the sphere (sufficient in most cases for a precision to about 50 microseconds or 15 Km) [7].

A Loran-C propagation delay can be obtained by first computing the delay T in the "Standard" atmosphere form

$$T = D / V \qquad [1]$$

where D is the computed distance in Kilometers, V = 0.299693 Km/us, and T is obtained in microseconds. From Figure 5 it is possible to consider that the phase is derived from a dominant groundwave combined with a delayed sky wave. It also

the receiver with a random phase relationship sometime after the direct or ground wave signal. A gate samples the signal ahead of the arrival of the sky wave so that only the ground wave is used. The propagation time of the ground wave can be calculated to one microsecond over a land path and to one-tenth of a microsecond over a sea water path [2].

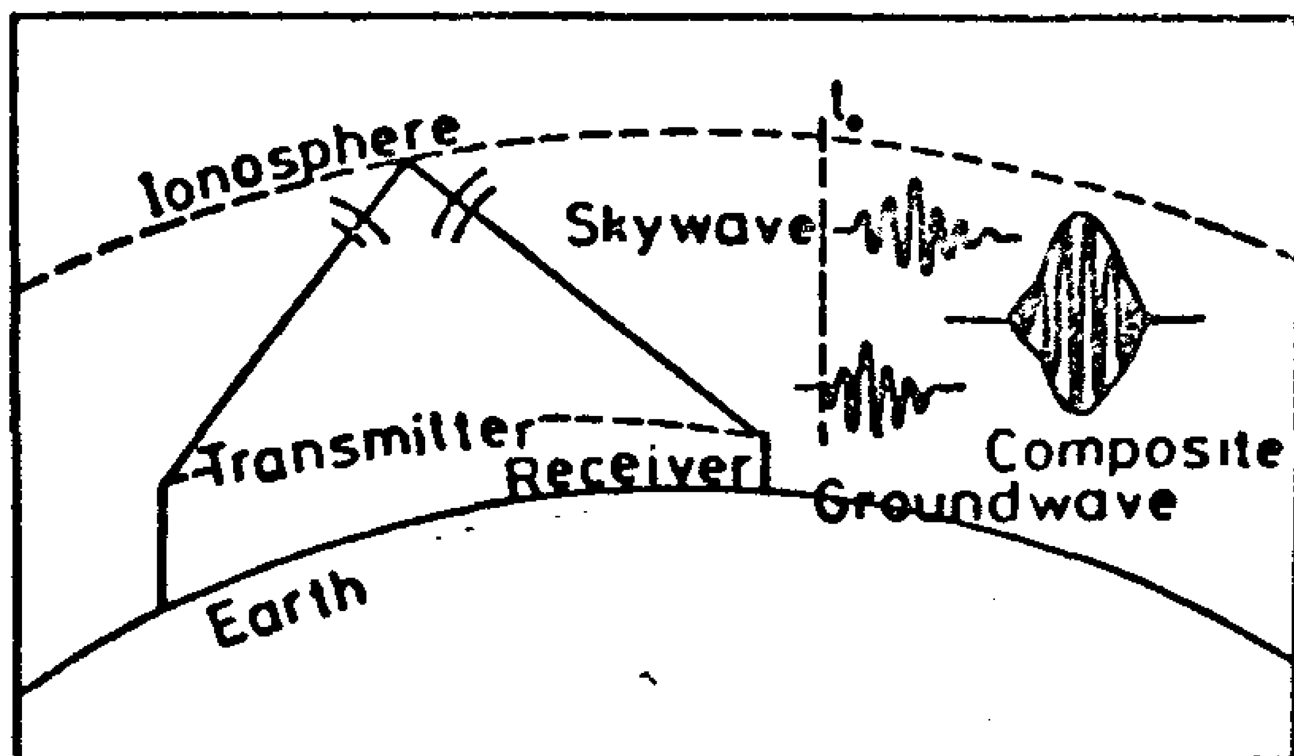


Fig. 2 Ground wave resolution.

The propagation delays depend upon such factors as all sea water paths, mixed land and sea water paths, and ground wave or sky wave propagation.

The system consists of a master and two or more slaves. On the Mediterranean chain, the slave stations are located at Lampedusa, Italy, Karga Barun, Turkey, and Estartit, Spain. The master station is located at Sellia Marina, Italy.

On a ship or plane, the constant time differences between the reception of thé master pulses and the corresponding slave pulses establish a line-of-position that is used for navigation. Signals from three separate Loran transmissions are needed to determine a line-of-position. For frequency and time application, only a single Loran station is needed.

This paper deals with the use of Loran-C Mediterranean sea chain for frequency calibration in Egypt. The master at Sellia Marina, Italy will be taken as a reference standard.

III. USE OF THE LORAN-C MEDITERRANEAN CHAIN IN FREQUENCY CALIBRATION IN EGYPT.

The National Institute for Standards (NIS) is monitoring the signals from the Loran-C station at Sellia Marina, Italy and compare it with the Cesium Frequency Standard hp Cs 5061A. A Loran navigation receiver is located at the NIS, 1245 Km from a slave transmitter at Karga Barun, Turkey with mostly sea water propagation path. The instrumentation delay of the Loran-C receiver is 25 microseconds.

The total delay from the master transmitter to the GRR output of the receiver at the NIS are calculated using the same technique as discussed in [3]. The master at Selia Marina is taken as frequency reference. The total delay is found to be 36478.66 mic. sec. based on the following results.

	microseconds
Propagation time-master to slave	3,273.3
Slave coding delay :	29,000.0
Propagation time 1245 Km of mostly sea water	4,181.36
Receiver delay :	25 .
Total delay	36,479.66

Figure 3 shows the manner in which these delays are related.

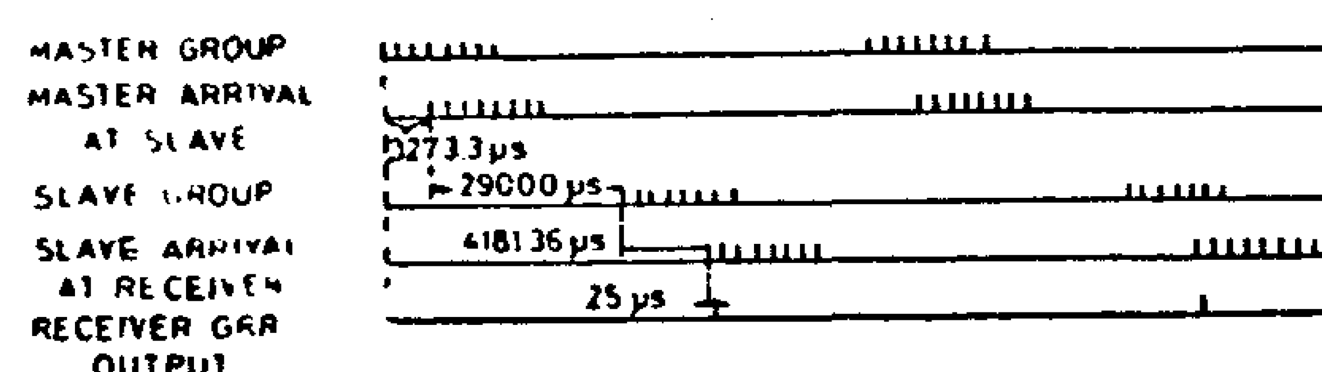


Fig. 3 Time relationship for Loran.C pulses.

USE OF THE MEDITERRANEAN LORAN-C TRANSMISSIONS FOR FREQUENCY CALIBRATION IN EGYPT

SAFAA SAMUEL*

ABSTRACT

Reception of Loran-C transmissions with a low cost commercial navigation phase-lock receiver, for frequency standards comparison, at a distance of more than 1600 km, mostly sea water, can produce a resolution of 0.3 microseconds if the receiver is locking to the groundwave. However, if it locks to the sky wave, the resolution is greatly reduced. In addition, cycle jumps are more frequent when the receiver is locking to the sky wave,

I. INTRODUCTION

Radio navigation system and standard time broadcast stations have much in common. Both depend on the constancy of the speed of light for their concept of operation, and both utilize periodic formats.

Loran-C is a navigation system whose time dissemination capabilities have been exploited extensively. The most valuable feature of this system, however, is that frequency comparison can be had by full automatic receivers[1].

The purpose of this paper is to determine the accuracy and reliability of time difference measurements using a Loran-C navigation receiver in Cairo, which is just outside the coverage area of the Mediterranean Sea chain. In this case, due to the rather long distance, the sky wave dominates, over the ground wave during night time and causes disturbances in the receivers locking.

The data to be discussed below were obtained by observation in Cairo, Egypt of signals radiated by the Mediterranean chain. In effect, comparisons are being made with the master station at Sellia Marina, Italy. The receiver used is a commercial navigational receiver Mieco type C-Master IV (Figure 1.)

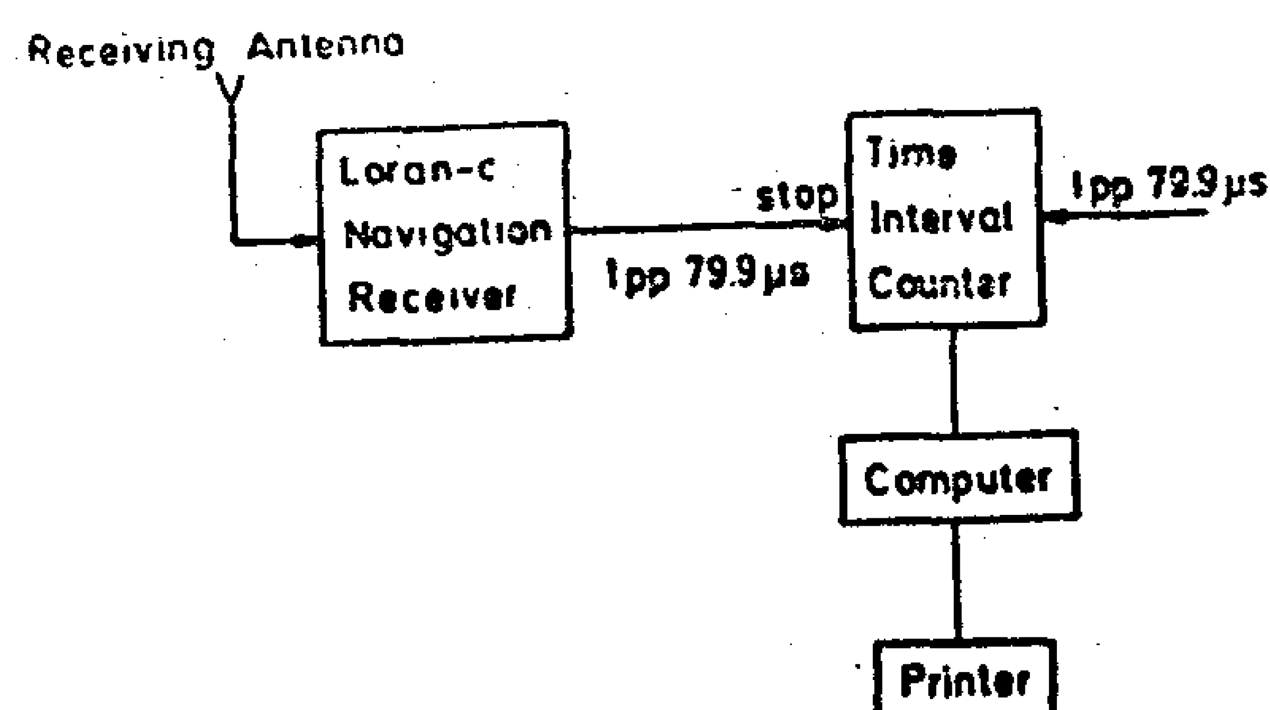


Fig. 1 Instrumentation for utilization of the pulses within the Loran-C pulse groups

II. THE LORAN-C NAVIGATION SYSTEM :

The Loran-C navigation system is a precise 100 KHz pulse system which obtains its accuracy by means of pulse sampling. Figure 2 shows the manner in which the sampling is accomplished. A signal reflected from the ionosphere will arrive at

* NATIONAL INSTITUTE FOR STANDARDS

ter. This can reduce the uncertainty in the water temperature to ± 0.2°C which in-turn will reduce this type of error to 40% of its value. This uncertainty can be further reduced if more sensitive and precise thermometer is used.

In addition, calibrations should be carried out at a temperature as near as possible to the reference temperature (15.56°C), to reduce the error due to the uncertainty in the cubical coefficient of expansion. Calibrations carried out within 0.5°C from the reference temperature can reduce this type of error to about one sixth of its value.

References :

(1) Airy, George Biddell (1961), "On the Theory of errors of observations and the combination of observations", MacMillan and Co., Cambridge and London.

(2) Eisenhart, C., "Realistic evaluation of precision and accuracy of instrument calibration systems", Journal of Research of the National Bureau of Standards, Vol. 67C, No. 2, April-June 1963, pp. 21-47.

(3) Doebelin, E.O. (1975), "Measurement Systems, Application and design", McGrall-Hill, Inc. pp 38-68.

(4) Hermach, F.L. (1961), "An analysis of errors in calibration of electronic instruments", Communication and Electronics (AEEE 54 pp. 90 - 95.

(5) Donaldson, J.R., (1973), "On Uncertainty in Mass Measurement", NBS IR 73-151.

(6) Youden, W.J. (1961 d), "Systematic errors in physical constants", Phys. Today 14, pp. 32-42.

(7) Zahwi, S.Z. 1986, "Computer software for volumetric calibrations, the gravimetric procedure", Journal of the Egyptian Society of Engineers, Vol. 25, pp 42-46.

(8) Commision of European Comunities, September 1982, "Inter laboratory comparison of the calibration of small volumetric measures", BCR informations, applied metrology, EUR 8326 EN, Community Bureau of Reference.

Variable measured	Corresponding error	Influence on computed volume ml	% Influence
VC	$\Delta VC = \pm 1.43$ ml	± 1.432 ml	67.04 %
A_1	$\Delta A_1 = \pm 0.5$ g	± 0.502 ml	32.96 %
A_2	$\Delta A_3 = \pm 0.5$ g	± 0.502 ml	
M_1 and M_2	$\Delta M = \pm M \times 10^{-5}$ g	$\pm 9.69 \times 10^{-2}$ ml	0.00 %
ρ_a	$\Delta \rho_a = \pm 16 \times 10^{-5}$ g/ml	$\pm 8.4 \times 10^{-4}$ ml	
T_ω	$\Delta T_\omega = \pm 0.05$°C	$\pm 5.2 \times 10^{-4}$ ml	0.00 %
VD	ΔVD =	± 1.75	100 %

Table (2)

The first largest error was due to the error associated with the particular balance assigned to volumetric calibrations. This type of error showed an influence, on volumetric calibration, of about $\pm$ 0.9 ml in a 10 1 standard i.e. $\pm$ 0.009% which represents about 40% of the total systematic error. The second largest error is due to the error in determining the temperature throughout the mass of water filling the volumetric standard. This type of error yielded an error in the order of $\pm$ 0.0088 % in the volume calibrated, which represents about 37 % of the total error. The third source of error is due to errors in determining the volumetric coefficient of expansion of the material of the standard and specially when calibrations are not made at the reference temperature. This type of error appeared to be in the order of $\pm$ 0.6ml or 18 % of the total error, when calibrations were made 3°C abouve the reference temperature (15.56°C). Other sources of subsidiary errors in volumetric calibrations were in determining the temperature of the volumetric standard, in determining air density and in the uncertainties of the standard masses used. The influence of sucn errors had less effect on volumetric calibrations.

The total systematic error for volumetric calibrations was found to be within $\pm$ 0.014 % for the calibration of containment volume, and within $\pm$ 0.017 % for delivery volume.

5 — Conclusions and Recommendation

1 — Error propagation formulae which could be used in calculating the errors associated with volumetric calibrations were deduced. These formulae are used with the gravimetric procedure of calibrations. The formulae could be also used to determine the influence of each individual error on the final computed volume.

2 — The influence of the errors associated with the balance amounted to about $\pm$ 40%, error in determining water temperature amounted to about $\pm$ 37 % and error due to expansion of the standard if it is calibrated 3°C above the reference temperature amounted to $\pm$ 18%. Other sources of errors did not exceed 4% from the total error.

3. The formulae used gave an evidence that the total systematic error associated with the volumetric calibrations according to the facilities assigned to such calibrations at NIS is within $\pm$ 2 x 10^{-4}. However this figure can be considerably improved. If a balanced precise to 0.1 g is used, the influence of weighing erros can be reduced to one fifth of its value. Also, more attention should be given to the method of determining the water temperature. Several repeated measurements for the water temperature should be carried out at different depths and regions to insure that the mean water temperature represents its true value throughout the mass of wa-

$$|c_i| = \frac{\Delta M_i}{\rho_\omega - \rho_a} \qquad (18)$$

$$|d_1| = \frac{\Delta \rho_a}{(\rho_\omega - \rho_a)^2} \left[A_2 - A_1 + M_2 - M_1 + \rho_\omega (V_1 - V_2)\right] \qquad (19)$$

$$|d_2| = \frac{\Delta \rho_a}{(\rho_\omega - \rho_a)^2} \left[A_3 - A_1 + M_3 - M_1 + \rho_\omega (V_1 - V_3)\right] \qquad (20)$$

$$|d_3| = \frac{\Delta \rho_\omega}{(\rho_\omega - \rho_a)^2} \left[A_2 - A_1 + M_2 - M_1 + \rho_a (V_1 - V_2)\right] \qquad (21)$$

$$|d_4| = \frac{\Delta \rho_\omega}{(\rho_\omega - \rho_a)^2} \left[A_3 - A_1 + M_3 - M_1 + \rho_a (V_1 - V_3)\right] \qquad (22)$$

$$|d_5| = \left[1 + \gamma (t_r - t_s)\right] \cdot \Delta V \qquad (23)$$

$$|d_6| = V \cdot (t_r - t_s) \cdot \Delta \gamma \qquad (24)$$

$$|d_7| = \gamma \cdot V \cdot \Delta t_s \qquad (25)$$

The formulae used to compute the error in the water and air densities could be deduced from equations 6,11 and 12 as follows

$$\Delta \rho_\omega = \Delta T_\omega (a_1 + 2a_2 T_\omega + 3a_3 T_\omega^2 + 4a_4 T_\omega^3 + 5a_5 T_\omega^5)/1000 \qquad (26)$$

$$\Delta \rho_a = \sqrt{K_1^2 + K_2^2 + K_3^2} \qquad (27)$$

$$|K_1| = \frac{464.56 \times 10^{-6}}{(T + 273.16)} \cdot \Delta B$$

$$|K_2| = \frac{0.085594\, T^2 - 1.8504\, T + 34.47}{(T + 273.16) \times 10^6} \cdot \Delta H$$

$$|K_3| = \frac{\Delta T \times 10^{-6}}{(T + 273.16)^2} \left[H (T + 273.16)(0.17118\, T + 1.8504) + H (0.085594\, T^2 - 1.8504\, T + 34.47) - 464.56\, B\right]$$

4. Computation of the systematic error associated with a 10 liter volumetric standard.

A 10 liter volumetric standard was calibrated using the facilities at NIS assigned to volumetric calibrations. The error asssociated with each measured variable affecting the computation of the volume of the standard was investigated. An equal arm balance of sensitivity 0.8 g was used for weighing. To determine the precision of the balance, thirty repeated weighings of standard masses were carried out over a period of 2 months by three different operators. The precision based on 3 S limits (standard deviations limits) was found to be within ± 0.5 g for weights equal to the weight of the empty volumetric standard, and within ± 0.75 g for weights equal to the volumetric standard when full. A set of standard masses with uncertainty in the order of ± 10^{-5} a mercury thermometer of sensitivity 0.2 °C and calibrated to ± 0.1°C, a barometer calibrated to ± 4% were also used in volumetric caliibrations.

The error associated with the value of γ as determined from 30 different volumetric calibrations taken by three different operators over a range of temperature from 15°C to 21°C was found to be within ± 0.2 x 10^{-4}/°C based on 3S limits. The error in determining the water temperature was found to be within ± 0.5°C.

The total systematic error in computing the volumes of the standard were obtained according to equations (13 to 27) deduced in this paper. Tables (1 - 2) show the individual errors resulting from each measured variable on the final computed volumes of the standard.

Variable measured	Corresponding error	Influence on computed volume ml	% Influence
A_1	$\Delta A_1 = \pm 0.5$ g	± 0.502	39.87%
A_2	$\Delta A_2 = \pm 0.75$ g	± 0.752	
M_1	$\Delta M_1 = \pm 6858 \times 10^{-5}$ g	± 6.8×10^{-2}	0.02 %
M_2	$\Delta M_2 = \pm 16820 \times 10^{-5}$ g	± 16.8×10^{-2}	
ρ_a	$\Delta \rho_a = \pm 16 \times 10^{-6}$ g/ml	± 0.14	0.96 %
T_ω	$\Delta T_\omega = \pm 0.5$ °C	± 0.88	37.77%
γ	$\Delta \gamma = \pm 0.2 \times 10^{-4}$ g/°C	± 0.6	17.56 %
T_s	$T_s = \pm 0.5$ °C	± 0.28	3.82 %
VC	ΔVC	± 1.432	100 %

Table (1)

$$f(m_1 \pm \Delta m_1;\ m_2 \pm \Delta m_2, \ldots, m_n \pm \Delta m_n) = f(m_1, m_2, \ldots m_n) + \Delta m_1 \frac{\partial f}{\partial m_1} + \Delta m_2 \frac{\partial f}{\partial m_2} + \cdots + \Delta m_n \frac{\partial f}{\partial m_n} \quad (4)$$

The absolute error ΔV is given by

$$\Delta V = \left|\Delta m_1 \frac{\partial f}{\partial m_1}\right| + \left|\Delta m_2 \frac{\partial f}{\partial m_2}\right| + \cdots + \left|\Delta m_n \frac{\partial f}{\partial m_n}\right| . \quad (5)$$

The absolute values are used because some of the partial derivatives might be negative, and for positive Δ m such a negative term would reduce the total error. To estimate the maximum possible error the absolute value signs must be used as in equation (5) since an error Δ m i may be positive or negative. The form of equation (5) is very useful since it shows which variable of Δ m's has the strongest influence on the error of the final result.

That is if $\partial f/\partial m_3$ has a large value compared with the other partial derivatives then a small error Δm_3 can have a large effect on the total error ΔV.

When the errors Δ m's are not considered as absolute limits of errors but rather as statistical bounds such as ± 3 S (standard deviation) limits, probable error or uncertainties, the formula for computing total error is modified. The method of combining such error is, according to the root-sum square formula, given by.

$$\Delta V = \pm \sqrt{\left(\Delta m_1 \frac{\partial f}{\partial m_1}\right)^2 + \left(\Delta m_2 \frac{\partial f}{\partial m_2}\right)^2 + \cdots + \left(\Delta m_n \frac{\partial f}{\partial m_n}\right)^2} \quad (6)$$

Equation (6) always gives a smaller value of error than does equaton (5).

2. Formula used with the gravimetric procedure.

Detailed information about the gravimetric procedure discussed in his paper could be found in ref(7) and could be summarized as follows:

$$VC = \frac{A_2 - A_1 + M_2 - M_1 + \rho_a (V_1 - V_2)}{\rho_\omega - \rho_a} \quad (7)$$

$$VR = \frac{A_3 - A_1 + M_3 - M_1 - \rho_a (V_1 - V_3)}{\rho_\omega - \rho_a} \quad (8)$$

$$V_D = V_C - V_R \quad (9)$$

$$V_r = V_m \left[1 + \gamma (t_r - t_s)\right] \quad (10)$$

$$\rho_a = \frac{464.56\,B - H(0.085594\,T^2 - 1.9504\,T + 34.47)}{(T + 273.16)\,10^6} \quad (11)$$

$$\rho_\omega = \rho \times 10^{-3}$$

Where

$$\rho = a_0 + a_1 T + a_2 T^2 + a_3 T^3 + a_4 T^4 + a_5 T^5 \quad (12)$$

$a_0 = 9.998\ 395\ 639 \times 10^2$ $a_1 = 6.798\ 299\ 989 \times 10^{-2}$
$a_2 = -9.106\ 025\ 564 \times 10^{-3}$ $a_3 = 1.005\ 272\ 999 \times 10^{-4}$
$a_4 = -1.126\ 713\ 526 \times 10^{-6}$ $a_5 = 6.591\ 795\ 606 \times 10^{-9}$

3. Errors formulae

The formulae used to compute the errors Δ VC, Δ VR, Δ VD and Δ V associated with the computation of VC, VR, VD and V r respectively could be deduced from equations (6 to 10) as follows

$$\Delta VC = \sqrt{b_1^2 + b_2^2 + C_1^2 + C_2^2 + d_1^2 + d_3^2} \quad (13)$$

$$\Delta VR = \sqrt{b_1^2 + b_3^2 + C_1^2 + C_3^2 + d_2^2 + d_4^2} \quad (14)$$

$$\Delta VD = \sqrt{\Delta VC^2 + \Delta VR^2} \quad (15)$$

$$\Delta V r = \sqrt{d_5^2 + d_6^2 + d_7^2} \quad (16)$$

where

$$|b_i| = \frac{\Delta A_i}{\rho_\omega - \rho_a} \quad (17)$$

ΔV_R : Error in computng the volume of the residual water ml.

V_D : Volume delivered from the standard at test temperature ml.

ΔV_D : Error in computing the delivery volume at test temperature ml.

V_r : Volume at reference temperatures. ml.

V_m : Measured volume at any temperature. ml.

ΔV_r : Error in computing the volume at reference temp. ml.

ΔV_m : Error in the volume measured at test temperature ml.

A_i : The mean reading of the balance used. g.

ΔA_i : Errors associated with the balance. g.

M_i : Value of the standard masses used in weighing g.

ΔM_i : Errors associated with the values of masses g.

V_i : Volume of the standard masses used. ml.

$\rho_a, \Delta\rho_a$: Air density and error in air density g/ml

$\rho_\omega, \Delta\rho_\omega$: Water density and error in water density g/ml

$B, \Delta B$: Air pressure and error in determining air pressure. mm. hg.

$H, \Delta H$: Humidity and its error.%

$T, \Delta T$: Air temperature and its error °C.

γ : Coefficient of expansion of the material of the measure./°C

$\Delta\gamma$: Error in determining. γ /°C

t_r : Reference temperature /°C

t_s and Δt_s : Temperature of volumetric standard, and errors in determining this temperature./°C

1. **Introduction :**

The volume, V, to be computed can be expressed as a function of n independent variables m1, m2, ... m n as follows

$$V = f(m_1, m_2, ... m_n) \quad (1)$$

The m's are the measured quantities (instrument outputs). The m's have errors $\pm\Delta m_1$, $\pm\Delta m_2, ... \pm\Delta m_n$ respectively

These errors will cause an error in the computed result of V. The Δ m's may be considered either as absolute limits or as statistical bound such as 3 standard deviation limits (1) to (6). If Δ m's are considered as absolute limits on each individual error and we wish to calculate the absolute limits of the error Δ V in computing V, then

$$V \pm \Delta V = f(m_1 \pm \Delta m_1, m_2 \pm \Delta m_2, \cdots, m_n \pm \Delta m_n) \quad (2)$$

and by subtracting equation equation (1) from (2) we can get $\pm \Delta$ V. This procedure is time consuming. However an approximate solution suitable for engineering purposes may be obtained by application of Taylor series. Expanding the function f in Taylor series we get

$$f(m_1 \pm \Delta m_1, m_2 \pm \Delta m_2, \cdots, m_n \pm \Delta m_n) = f(m_1, m_2, \cdots m_n) + \Delta m_1 \frac{\delta f}{\delta m_1} + \Delta m_2 \frac{\delta f}{2\delta m_2} + \cdots + \Delta m_n \frac{\delta f}{\delta m_n} + \frac{1}{2}\left[(\Delta m_1)^2 \frac{f}{m_1^2} + \cdots\right] \quad (3)$$

where all the partial derivatives are to be evaluated at known values of $m_1, m_2, \ldots, m_n$ That is, if the measurements have been made m's are all known as numbers and may be substituted into the expression for partial derivatives to give other numbers. In actual practice the Δ m's are all small quantities and thus terms such as Δ m² will be negligible. Equation (2) may then be given approximately as —

ERROR ANALYSIS IN VOLUMETRIC CALIBRATIONS, THE GRAVIMETRIC PROCEDURE

By

Dr. Sarwat Z. Zahwi*

Summray

The gravimetric procedure is used for the calibration of volumetric standard measures. The calibration of such standards involves the use, measurement and knowledge of the individual variables affecting the result. A balance of certain precision and masses of certain accuracy are used. Measurement of temperature, humidity, water and air densities are taken with certain accuracy.

The errors associated with each individual variable involved in the calibration, cause a combined error in the end result of the computed volume of the standard measure.

The paper is a study of the formulae combining the effect of the individual errors affecting the volumetric calibration when using the gravimetric procedure. Error propagation formulae are worked out from basic formulae of the calibration process. These formulae as deduced are given in the paper.

The combined error associated with the calibration of a 10 liter standard measure was calculated according to these formulae. The individual errors associated with each variable was evaluated. The first error is due to the imprecision of the balance used in volumetric calibration Errors due to this appeared to be in the order of $\pm$ 0.009%. The second error is the water density, which appeared to be in the order of $\pm$ 0.008% and is equivalent to $\pm$ 0.5 °C at 15.56 °C. The third source of error is the expansion of the material of the measure if it was not calibrated at the reference temperature This error appeared to be in the order of $\pm$ 0.006 % if measurements were made 3 °C above the reference temperature. Uncertainties in the masses used and uncertainties in determining air density have less effect on the total error. The total combined error associated with the final result was found to be within $\pm$ 0.014 % for calibrations of containment volume and $\pm$ 0.017 % for delivery volume.

Nomenclature

V	:	Volume computed
$m_1, \ldots, m_n$	:	Measured quantities or instrument output
$\Delta m_1, \ldots, \Delta m_n$	:	Errors in the measured quantities
ΔV	:	Error in the volume computed
V_c	:	Containment volume of the volumetric standard at test temperatuee ml.
ΔV_c	:	Error in computing the containment volume at test temp. ml.
V_R	:	Volume of residual water adhered to the walls of the standard. ml.

National Institute for Standards (NIS), Tahrir Str., Dokki, Giza. Egypt.

CONCLUSION

1 — The fretting fatigue strength at 10^7 cycles of annealed Inconel 718 improves as the test temperature is raised from room temperature to 540 or 600°C.

2 — This imrovement is attributed to the formation of a protective glaze oxide film.

3 — At 600°C the protective glaze film is unstable and disrupts due to local creep of the substrate.

4 — Under fretting fatigue conditions, the annealed alloy behaves the same as the aged one except that the latter withstands higher superimposed static stress.

REFERENCES

1 — R.B. Waterhouse, Fretting corrosion, Pergamon Press, 1972.

2 — M.M. Hamdy & R.B. Waterhouse, The fretting fatigue behaviour of a nickel-based alloy (Inconel 718) at elevated temperatures, Proc. International Conf. on Wear of Materials 1979, ASME, New York (April 16-18, 1979).

3 — M.M. Hamdy, High temperature fretting fatigue of nickel and titanium alloys, Ph.D. Thesis, The University of Nottingham, 1979.

4 — F.H. Stott, D.S. Lin & G.C. Wood, The structure and mechanism of formation of the ' Glaze ' oxide layers produced on nickel-based alloys during wear at high temperature, Corrosion Science, Vol. 13, No. 6, June 1973, 449 — 469.

5 — D.J. Barnes, F.H. Stott & G.G. Wood, The frictional behaviour of iron and iron - chromium alloys at elevated temperature, Wear, 45 (1977) 199.

ngth occurs as the mean stress is increased from zero but then remains constant. At lower or higher slip amplitudes the fretting fatigue strength is not influenced by the mean stress. In the present work the elevated temperature annealed and aged specimens were tested at slip amplitude well above the critical range. Consequently, there is no effect of the mean stress on the fretting fatigue strength. This makes it possible to compare between the aged and the annealed alloys at elevated temperatures. Although the slip amplitude of the specimens tested at room temperature lies within the critical range, it is also possible to compare between the aged and the annealed alloys as the mean stresses used in both alloys are far above zero.

Comparison between the aged and the annealed alloys shows no significant difference in the fretting fatigue strength at 10^7 cycles for both alloys whatever the temperature is. This suggests that in situations where there is no superimposed static tensile stress on the component subjected to fretting fatigue conditions, it is better to have the material in the annealed condition.

The curves in Fig. (2) reveal that at room temperature the annealed material has higher resistance to crack initiation and propagaton than the aged one, and vise versa at elevated temperatures.

The fretting fatigue behaviour of the annealed Inconel 718 alloy can be correlated to the scanning electron microscopy results. The protective glaze oxide film could not form at room temperature and this is the reason of its poor fretting fatigue properties at this temperature. The damage was mainly by adhesion. At elevaed temperatures a protective glaze film did form which resulted in the dramatic improvement in the fretting fatigue properties. Such a glaze film was described previously by Wood and his coworkers (4) which characterised by a long parallel grooves. The scanning electron microscopy observations are the same for both the annealed and the aged alloy. This gives the impression to believe that the heat treatment condition has no role on glaze film formation and that it is a surface phenomenon. Also, the glaze film formation does not depend on the strength of the substrate as thought before by Wood and his coworkers(4).

The little improvement in the fretting fatigue properties of the annealed alloy over the aged one at room temperature may be attributed to the production of more fretting debris in the first case which helps to form a thick protective compacted layer as shown in Figs(4 & 5) which is not a glaze but when it breaks down, it does not severly damage the underlying material. This large amount of fretting debris was produced due to adhesion between fretting surfaces. This supports the opinion that increase in ductility and decrease in hardness result in an increase in the frictional force, and hence adhesion (5).

On the other hand at elevated temperatures the aged alloy is superior than the annealed one because the glaze film formed is more stable in the aged alloy as the substrate is this case posseses better mechanical properties at elevated temperature.

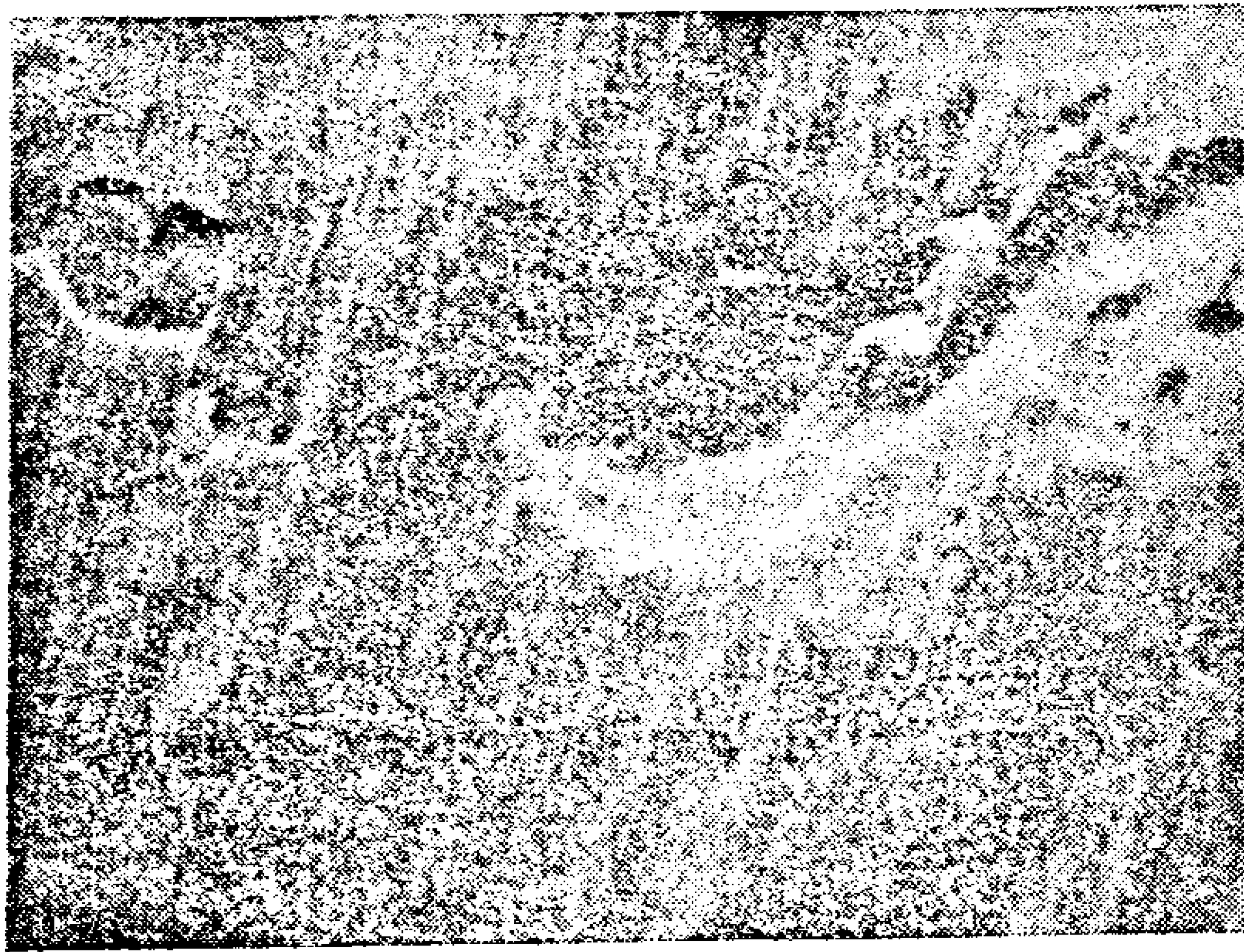


Fig. (8) Protective glaze-film formation on the fretting scar of specimen tested at 600°C under high stress. (X 700)

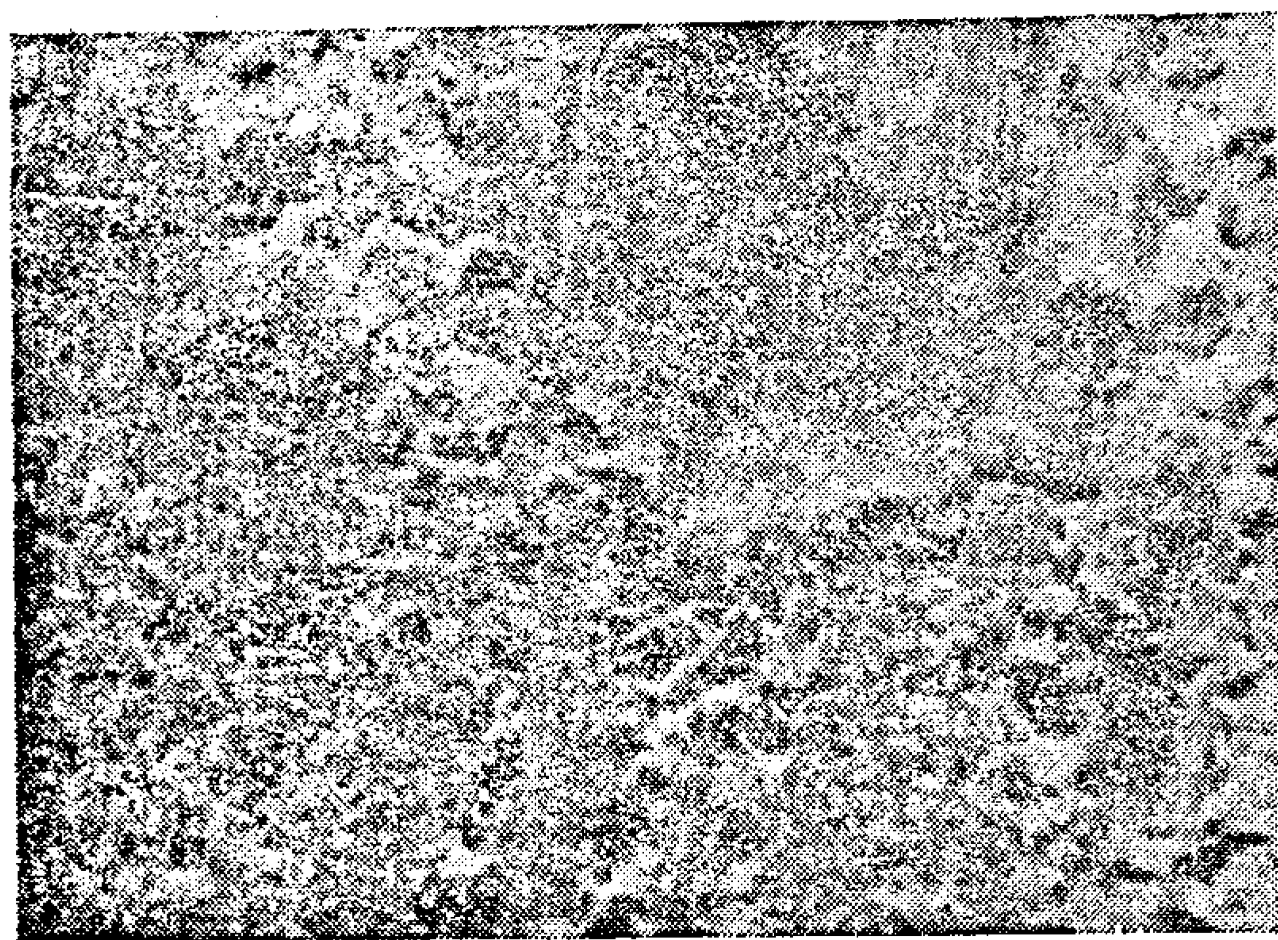


Fig. (9) As in fig. (8) showing the break-down of the glaze film by delamination (X 300)

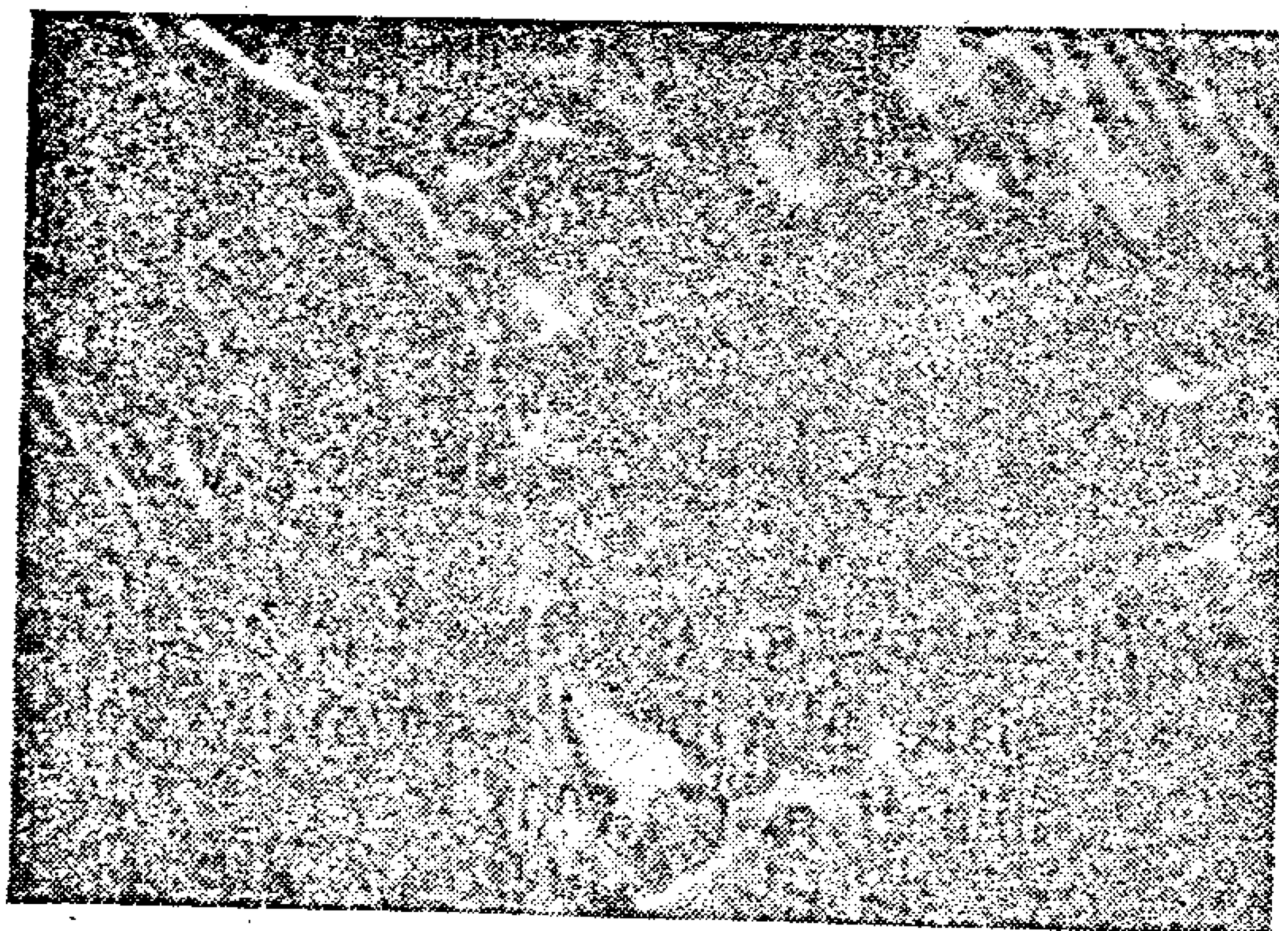


Fig. (10) Breakdown of the glaze film by local creep of the substrate of specimen tested at 600°C under medium stress. (X 1300)

4. Discussion :

The general impression is that the annealed Inconel 718 alloy behaves the same as the aged one under fretting fatigue conditions. In both heat treatment conditions the alloy exhibited a dramatic rise in the fretting fatigue strength at 10^7 cycles as the temperature was raised from room temperature to the temperature range 540 to 600°C.

The effect of using different test temperatures in the two heat treatment conditions should be taken into consideration. Fig. (2) shows that the 700°C point for the aged alloy and the 540°C point for the annealed one lie between the 600 and the 540°C curves of the annealed and the aged alloys respectively. This suggests that the annealed curve at 540°C is approximately expected to be in the mid-way between these two curves. On another words, the expected fretting fatigue strength at 540°C and 10^7 cycles for the annealed alloy is = 230 MNm^{-2}. This is not significantly different from the corresponding aged one which is 250MNm^{-2}. Unfortunately there was not enough material to verify this suggestion.

It should be pointed out that the annealed specimens were tested at 260MNm^{-2} mean stress while it was 550MNm^{-2} for the aged ones. However, the difference in mean stress has no significant effect on the fretting fatigue strength. Waterhouse (1) discussed the effect of mean stress on the fretting fatigue strength and he concluded that there is a critical slip amplitude range of 9 μm to 14μm at which a sudden decrease in fretting fatigue stre-

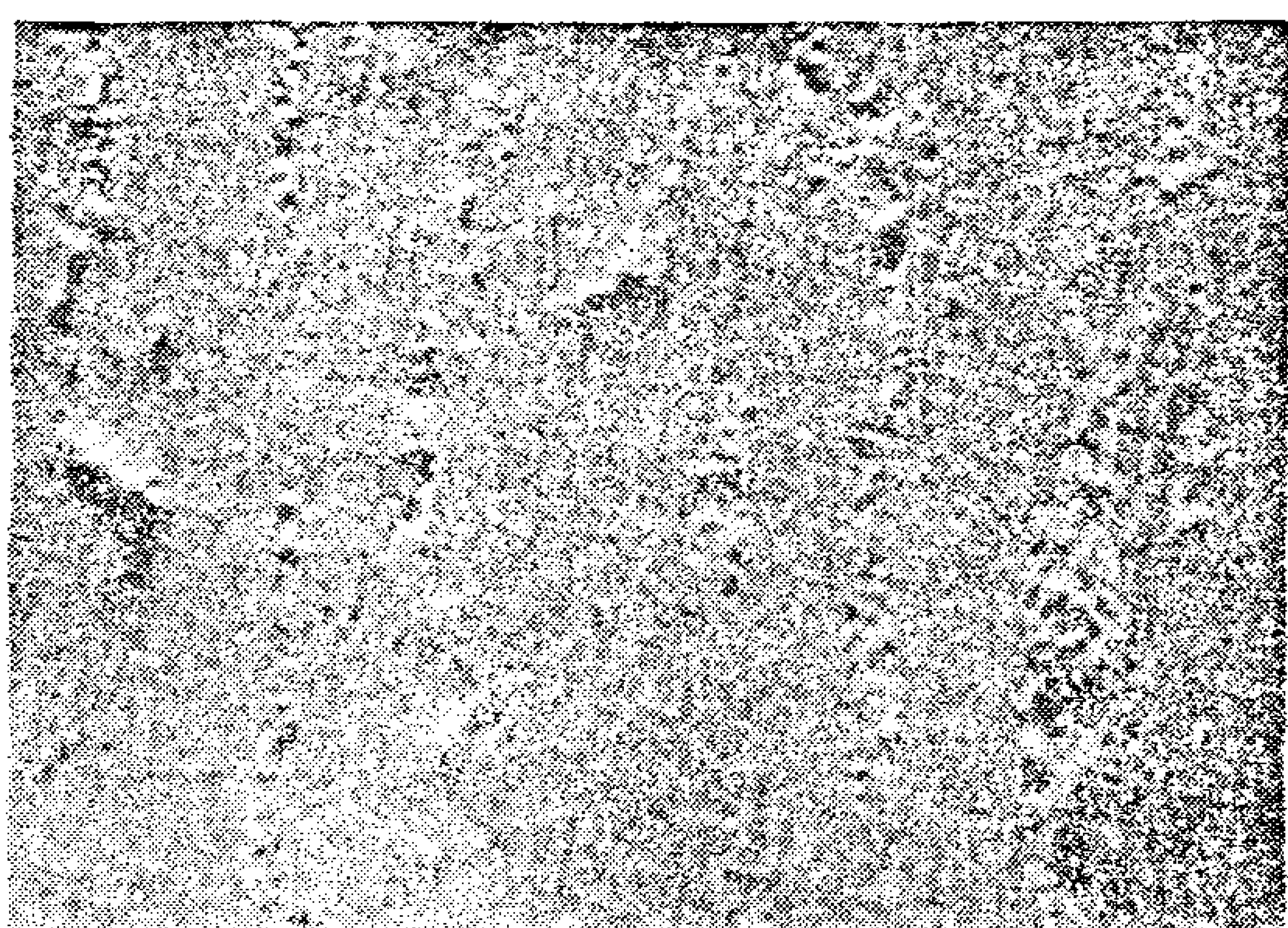


Fig. (3) Adhesion at the center of the scar of specimen tested at room temperature under low stress. (X 400)

Fig. (4) The same specimen as in fig. (3) showing the compacted debris at the edge of the scar. (X 750)

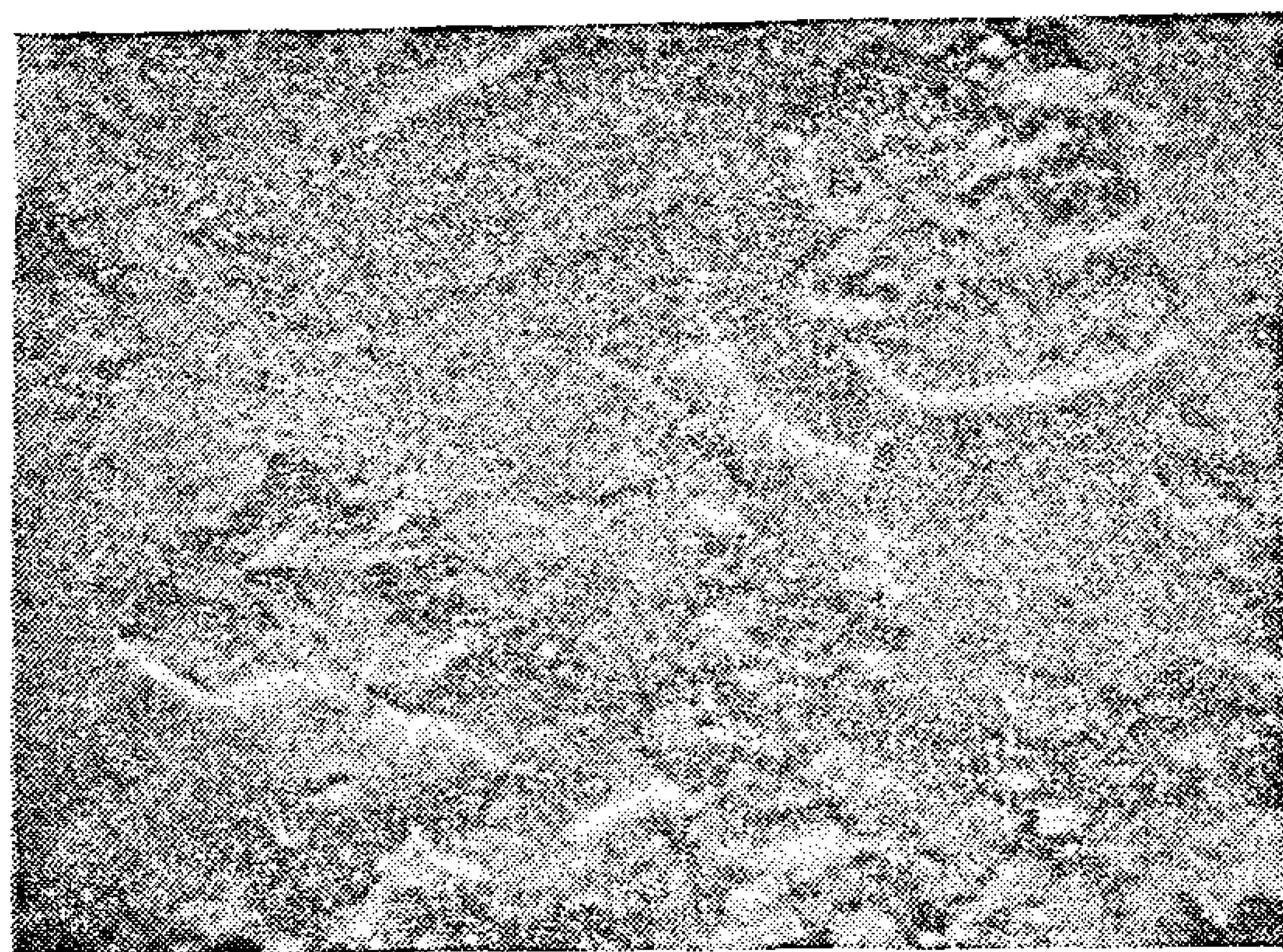


Fig. (5) As in fig. (4) showing how the compacted debris breaks down by crazy paving set of cracks and by delamination. (X 700)

As the alternating stress was increased the surface damage was more severe which resulted in the production of more debris. Consequently more compacted debris was produced which smeered over the scar.

As the test temperature has been raised to 540°C, a protective glaze oxide film formed as shown in Fig. (6). Such a glaze broke down by delamination as shown in Fig. (7).

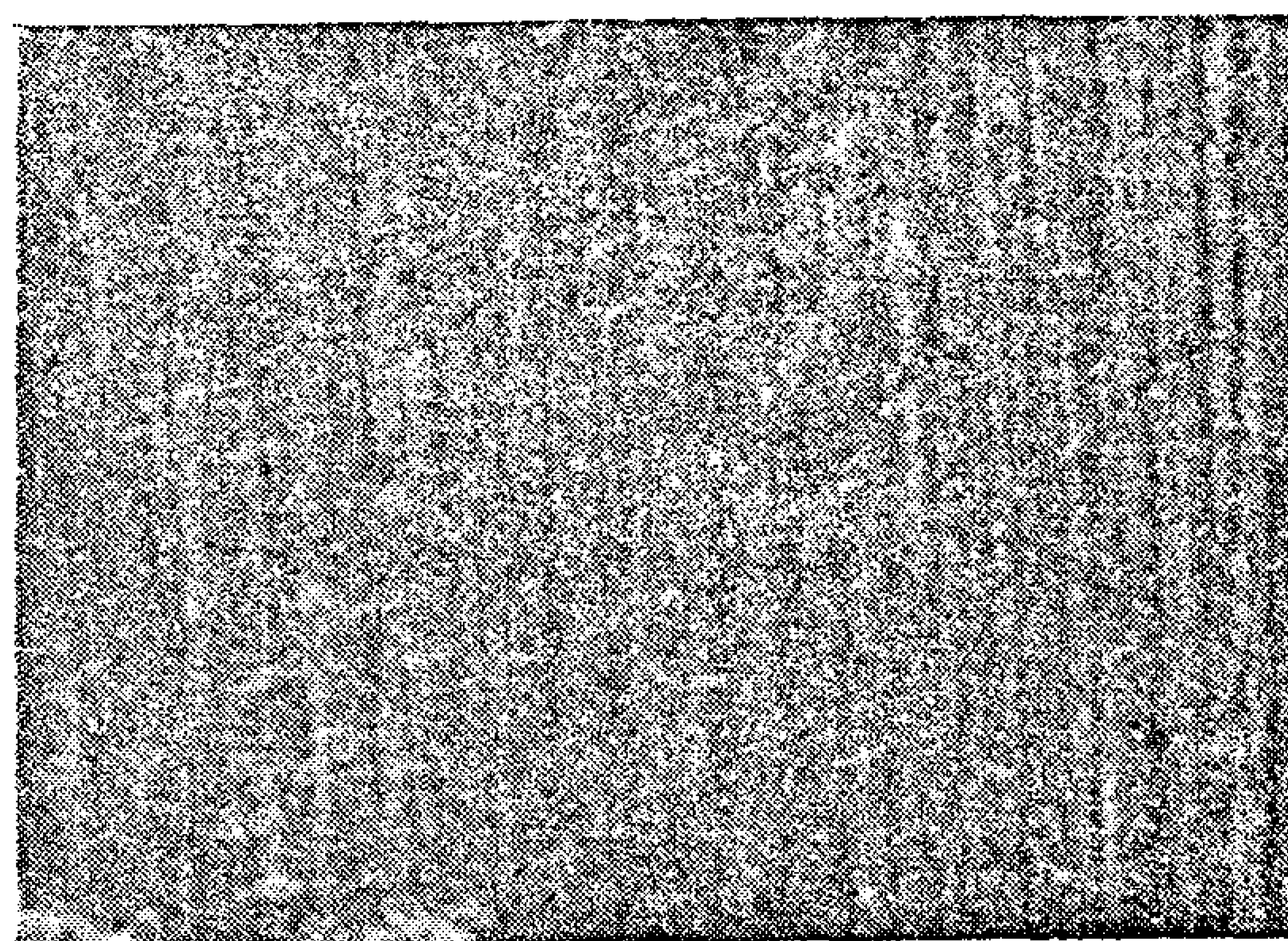


Fig. (6) Protective glaze-film formation on the fretting scar of specimen tested at 540°C under low stress. (X 1000)

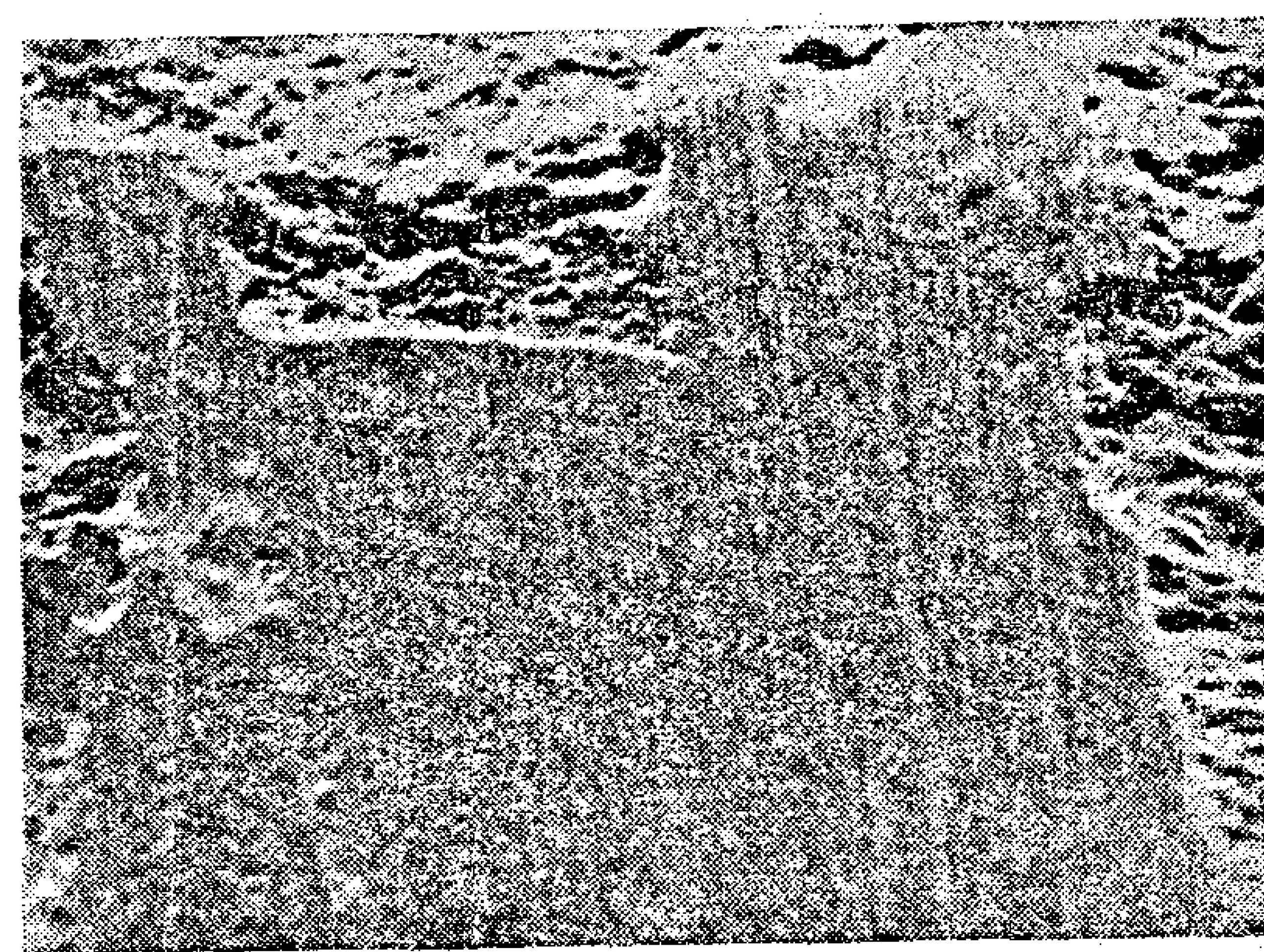


Fig. (7) As in fig. (6) showing how the glaze film breaks down by delamination. (X 700)

As the test temperature was raised to 600°C, glaze film has formed which brokedown either by delamination or due to local creep of the substrate as shown in Figs. (8-10).

centre. Frettting was produced by clamping a pair of bridges onto the gauge length with a proving ring. The bridges were of the same material as the fatigue specimens and had the same heat treatment.

Testing was carried out with 260 MNm^{-2} mean tensile stress and the nominal contact pressure between the bridges and the fatigue specimen was32 MNm^{-2} The frequency was 50 Hz. The relative humidity varied between 50 and 65% and the atmosphere was laboratory air. Fretting fatigue curves were determined at room temperature as well as at 600°C.

Tested specimens were ultrasonically cleaned in Inhibisol. The fretting scars were examined in the Cambridge Stereoscan 600 scanning electron microscope.

3. Results :

S- log N curves have been constructed at room temperature and 600°C for fretting fatigue specimens. The results are shown in Fig. (2). The diagram also shows the results obtained in previous work (2) for the same material but in the aged condition for comparison. It should be noted that the aged alloy was tested at 550 MNm^{-2} mean tensile stress.

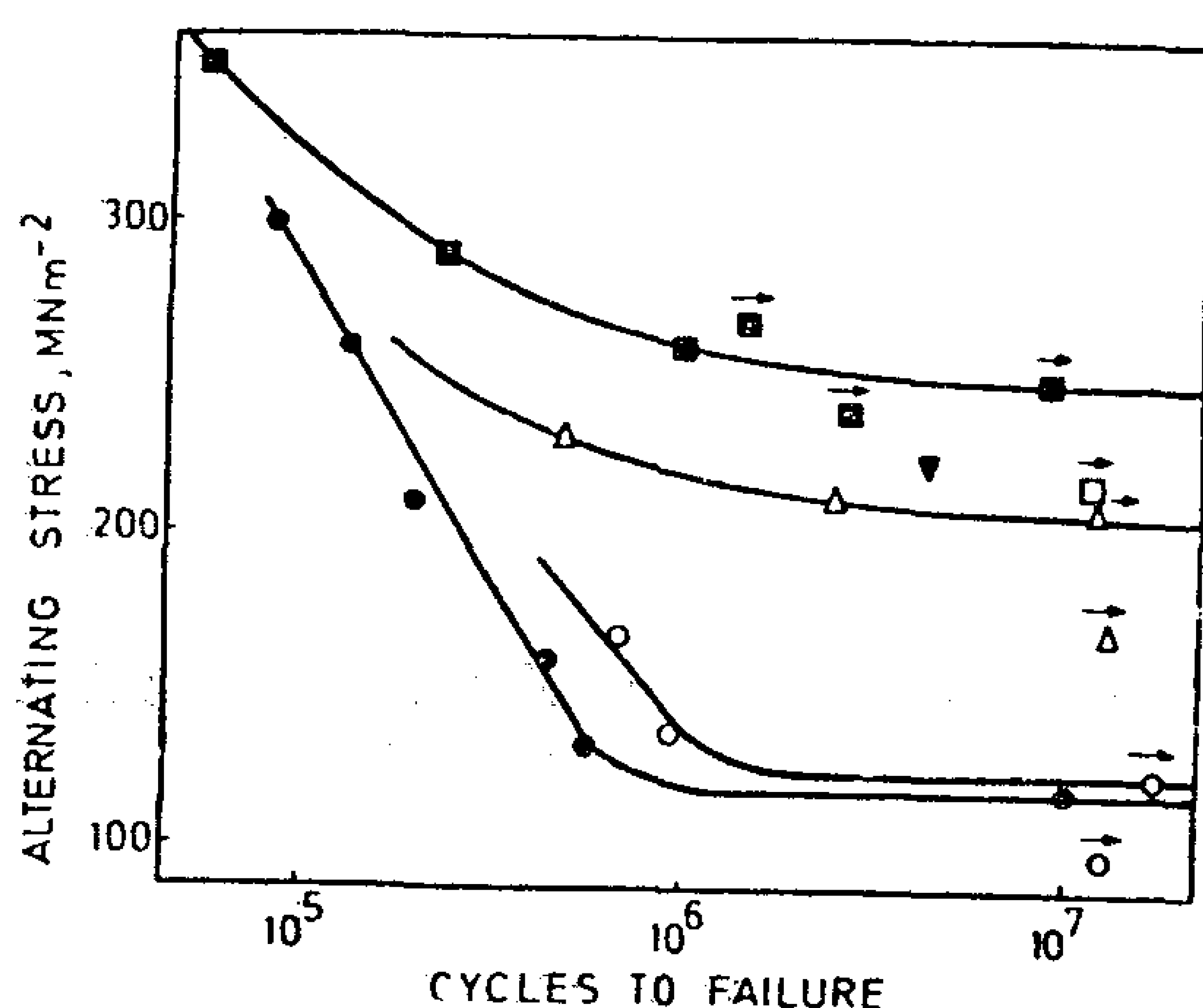


Fig. (2) Fretting fatigue curves of Inconel 718 in the annealed condition (hollow symbols) and in the aged condition (filled symbols).
⊙ 20°C, □ 540°C, △ 600°C, ▽ 700°C,

The curves show that for the annealed alloy there is a dramatic rise in the fretting fatigue strength at 10^7 cycles from 125 MNm^{-2} at room temperature to 210 MNm^{-2} at 600°C. At shorter fatigue lives the difference in fretting fatigue strength decreases and the two curves approaches each other. The aged alloy has the same behaviour as the annealed one but with different values for the fretting fatigue strengths. Its fatigue strengths with the presence of fretting at 10^7 cycles are 120 and 250 MNm^{-2} at room temperature and 540°C respectively. One solution treated specimen has been tested at 540°C to show the trend of fretting fatigue behaviour as the temperature varies. The result showed that this point lies between the 540°C aged and the 600 °C annealed curves. Also, the isolated result at 700C° for the aged alloy lies between the 540°C aged and the 600°C annealed curves.

All the specimens were examined in the scanning electron microscope. Typical examples are shown below. In all the pictures the direction of sliding is approximately parallel to the vertical direction. Description of the scanning electron microscopy results of the aged alloy was given elsewhere(2). So, all the descriptions below concern fretting fatigue specimens of the annealed alloy.

At room temperature, the low stress-long life specimen shows slight damage at the centre of the scar which increases at the edges. Fig. (3) reveals that damage at the centre is due to adhesion while Fig. (4) shows compacted debris which is not a glaze at the edge of the sacr with rippled structure at the very edge. The rippled structure is of lamillar nature. Fig. (5) demonstrates how the compacted debris breaks down by creasy paving set of cracks and also by delamination ;

In fact, there is little information about the effect of heat treatment on the fretting fatigue properties at elevated temperatures.

In addition, the previous studies at room temperature looked purely at the effect of heat treatment only without taking into account the fretting fatigue mechanisms involved. These facts led the authors to study fretting fatigue properties of the annealed Inconel alloy 718 and to invistigate whether the heat treatment of Inconel 718 has an effect on glaze formation and to what extent.

2. Experimental work :

The material used in this investigation was a nickel-based creep-resistant alloy, Inconel 718. It was tested in the annealed (solution treated) condition. The chemical composition and the mechanical properties of this alloy are given in table (1) and (2) respectively.

TABLE 1.

Chemical Composition of Inconel Alloy 718*

Element	Composition%
Nickel (plus Cobalt)	50 — 55
Chromium	17 — 21
Iron	Bal.
Columbium (plus Tantalum)	4.75 — 5.50
Molybdenum	2.8 — 3.3
Titanium	0.65 — 1.15
Cobalt	0.2 — 0.8
Carbon	1.00 max.
Manganese	0.08 max.
Silicon	0.35 max.
Phosphorus	0.35 max.
Sulphur	0.015 max.
Boron	0.015 max.
Copper	0.3 max.

Table (2)

Mechanical Properties of Inconel 718 alloy in the annealed condition**

Ultimate tensile strength	968 MNm-2
0.2 % proof stress	515 MNm-2
Hardness	273 VHN
Elongation in 25mm	49.9 %
Reduction in area	46.3 %

Fretting fatigue tests were conducted under axial fluctuating tension. The rig used, Fig. (1), and specimen preparation were described elsewhere (3) and a brief description is given below.

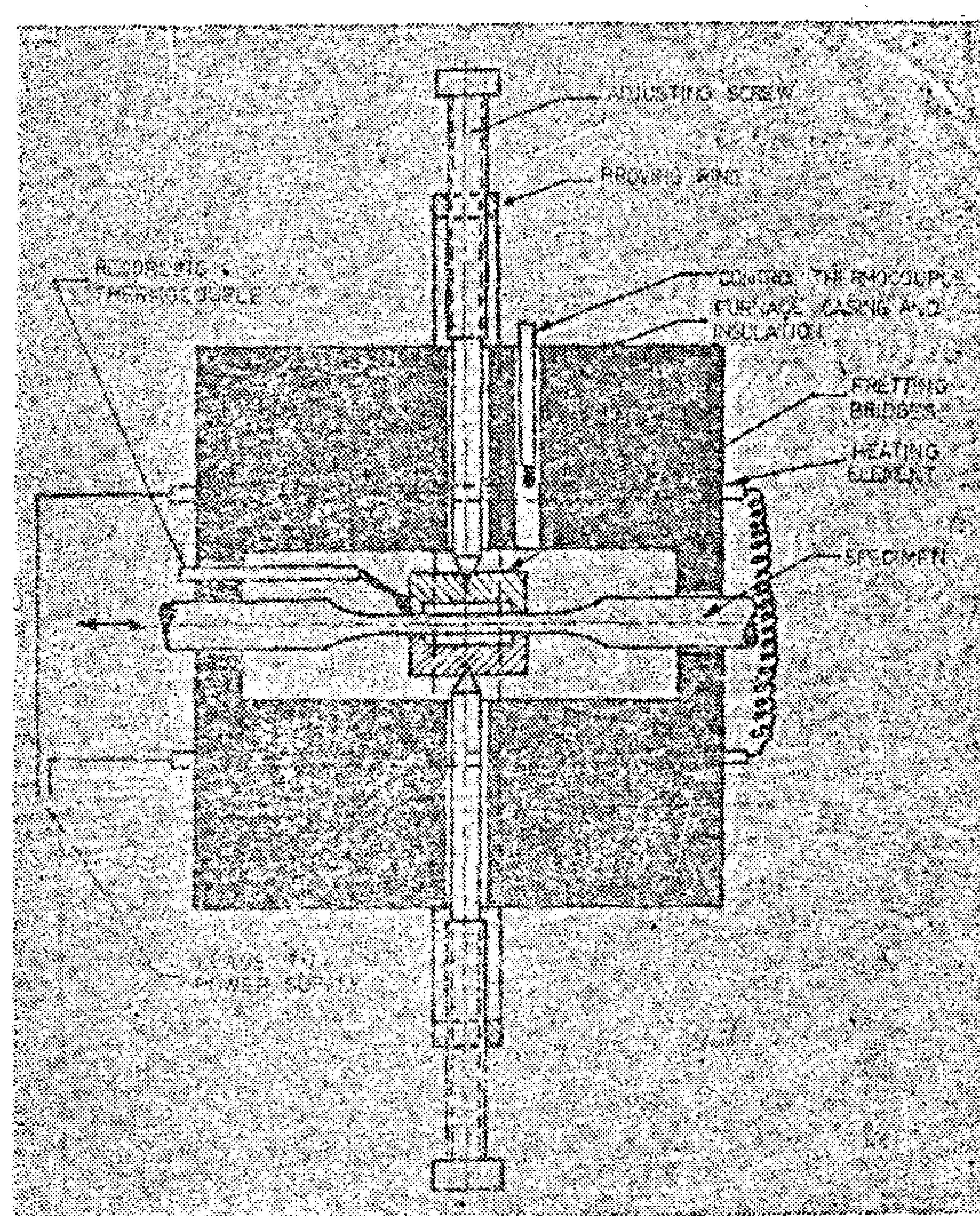


Fig. (1) A schematic diagram of the fretting fatigue rig. (X 0.5)

The fatigue machine was a small push-pull machine. The fatigue specimen gauge length had parallel flats machined in the

* From the manufacturer catalogue:Inconel Alloy 718, Huntington Alloy Products Division, The International NickelCompany, Inc., Huntington, West Virginia, 25720, U.S.A.

** Properties of 9.5 mm diameter rod.

HIGH TEMPERATURE FRETTING FATIGUE OF CREEP RESISTANT NICKEL-BASE ALLOY (INCONEL 718) IN THE ANNEALED CONDITION

Muhammad M. Hamdy* and R.B. Waterhouse**

Abstract :

Fretting fatigue tests have been conducted on a creep resistant nickel alloy (Inconel 718) in the annealed condition. The tests were conducted at room temperature and 600°C. The fretting surface has been examined in a scanning electron microscope.

The study showed that at long lives, as the temperature raised from room temperature to 600°C the fretting fatigue strength was doubled. This improvement in the fretting fatigue strength at the elevated temperature is attributed to the formation of a protective glaze oxide film on the fretting scar, while at room temperature the fretting damage is mainly by adhesion, which results in damage and disruption of the surface.

1 — INTRODUCTION :

Fretting is that form of wear which results when two surfaces held in contact together and nominally at rest with respect to each other experience a slight oscillatory relative motion of small amplitude. Fretting may cause sizer or loss of fit. In many practical situations the relative movement is produced by cyclic stressing of either one or both of the components in fatigue, a phenomenon called fretting fatigue. Fretting fatigue has serious effect as propagating fatigue cracks are initiated in the fretting region which markedly affect the fatigue properties. Many engineering assemblages and equipment suffer from fretting fatigue among them are gas and steam turbine engines. A particular example in the engine is the rotor disc and the rotor blades. Such parts are operating at elevated tempatures, and some of them are made from creep resisting materials such as nickel-based super-alloys.

Creep resistant alloys usually put into service in the aged condition to develop their good creep and fatigue properties at elevated temperatures. In contrast with this, Waterhouse (1) discussed the effect of heat treatment on the fretting fatigue properties and concluded that materials in a metastable state, e.g. age hardened, are less resistant to fretting fatigue than the same materials in the stable state, e. g. fully annealed.

On the other hand the authors have studied the fretting fatigue behaviour of a nickel-based alloy (Inconel 718) in the aged condition at elevated temperatures (2) and found that at room temperature fretting produced a reduction in fatigue strength of over 50% but at 540°C the fretting fatigue strength showed a dramatic rise to very nearly the fatigue strength at room temperature without fretting. This improvement is attributed to the good protection afforded by the oxide film at this temperature and its superior wear properties due to the formation of a glaze film.

* Consultant Engineer, 11 EL-Gheise Street, Agouza, Giza, Egypt.

** Department of metallurgy and materials science, University of Nottingham, Nottingham NG7 2RD, U.K.

INDUSTRY & PRODUCTION

INST. OF MECHANICAL ENGINEERS
INST. OF ELECTRICAL ENGINEERS

face has to be painted using epoxy resins such as the one previously mentioned. Setting time in such case should not be less than four hours to be able to pour the concrete.

7. The concrete is poured after making the necessary forming. It is recommended to use 400 Kg of ordinary portland cement for each cubic meter of concrete with well graded gravel having maximum size of 2 cm. The concrete grade f'c is specified to be 400 Kg/cm^2 after 28 days. Some additives are to be used to decrease permeability and shrinkage of concrete such as Pozzolith 322 or likewise material.

6.2 Strengthening and Repair of Secondary Beams:

Repair of secondary beam followed almost the same steps as in sec. 6.1 (refer to figure 3). The additional steel bars are added to beam reinforcement according to cross sections shown in fgure 3. The top reinforcing bars of the secondary beams are driven through the main cantilever CA using a drill and epoxy resins.

6.3 Insulation of Concrete:

Finishing all repair works necessary for the safety of the building, it is recommended to isulate the upper roof of the shed. Two layers of bitumine paint having one layer of fibreglass in between is highly recommended. Roof tiles are to be placed thereafter. The lower parts of columns Cl below ground should also be painted using two coats of bitumine.

The roof must have a good drainage system. All concrete surfaces of frames and secondary beams are recommended to be protected against bad environmental weather by 8 mm thick paint of Vikrel C or likewise material. An alternative solution is to plaster the extersal surfaces using cement mortar and additives to prevent permeability.

6.4. General Recommendations :

Finally, some general recommendations are provided :

1) In case of the appearance of any internal cracks after removing the concrete cover, cracks are injected using elastic epoxy grout.

2) External legs of the frames are protected by constructing a sidewalk 50 cm high and 1.5 ms in width.

3) A 50 cm ditch as shown in figure 4 is to be constructed parallel to sidewalk to collect surface water and drain it away from frame legs Cl.

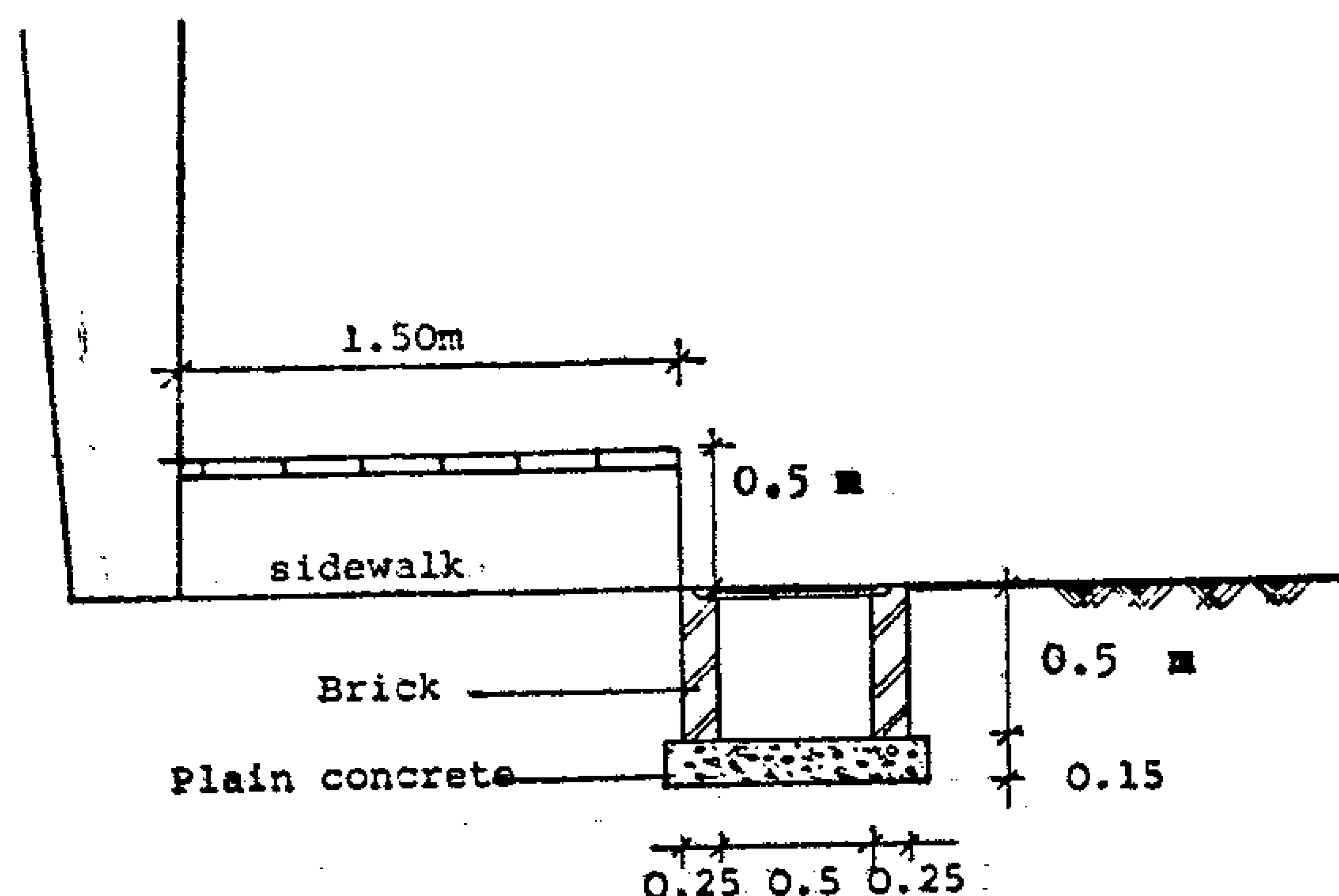


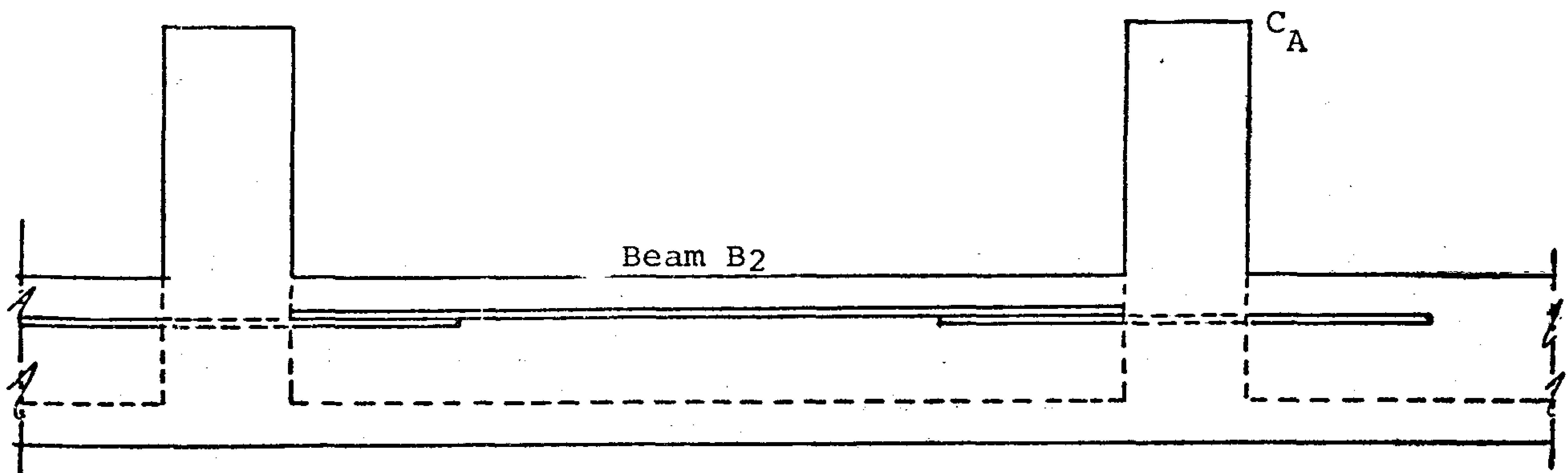
Fig. (4) Cross section in ditch

7. Summary and Conclusion :

In this paper the strengthening and repair of Damietta stadium is studied and reported. The causes of the defects are analyzed. Redesign of the structure had been done and the methods of strengthening and repairs are given.

References :

1. Perkins, P.H. «Concrete Structures : Repair, Water proofing and protection», Published by Applied Science Publishers, London, 1978.
2. Pookes, P., Pollock, D. and Kay, E. «Middle East Concrete Problems». Concrete Journal Vol., 15, Nos. 5,9,10, 1981.
3. Shaw, J.D.N. «Polymer Repair Systems», Middle East Construction, May, 1980.
4. Allen, R.T.L., «The Repair of concrete structures» Published by Cement and Concrete Assosiation, London, 1975.



Elevation of beam B_2

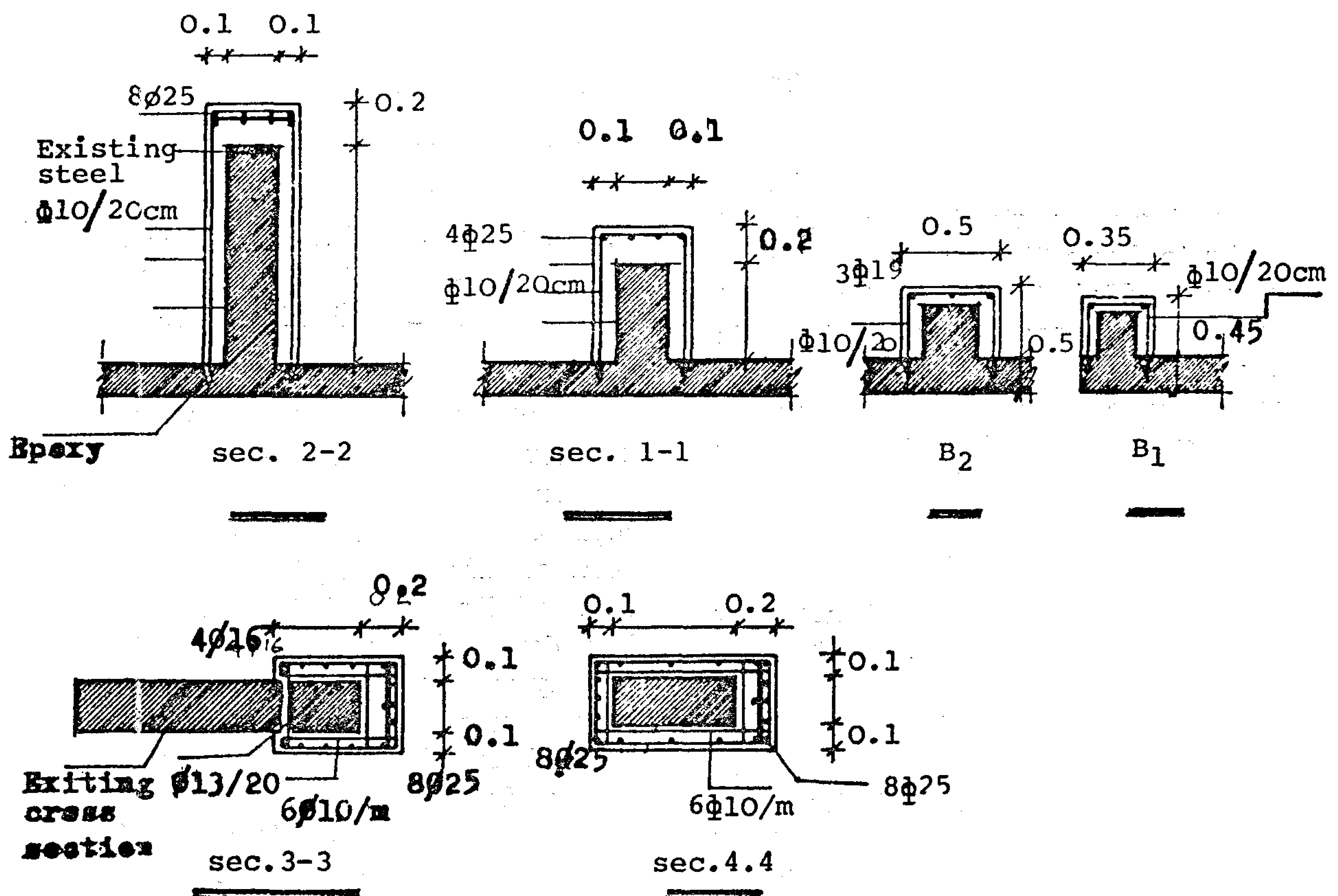


Fig.(3) Method of Repair

4. The additional reinforcing steel is to be placed in position according to cross sections shown in figure 3.

5. The column starter bars in reinforced concrete footings and also stirrups shown in cross sections have to be placed in position using same epoxy resins material mentioned above.

6. One of the most important factors in achieving an effective concrete repair regardless of materials to be used is to ensure that the surface of the area to be repaired is properly prepared. Lack of adequate surface preparation has been one of the main reasons for poor repairs. To prepare the existing concrete, the sur-

300 Kg/m^2 for the roof, and

600 Kg/m^2 for the main floor.

The reason for the high intensity of live loads used for the roof is the fact that people tend to climb the roof for better view specially during important soccer games.

The structural re-design showed that more steel reinforcement is needed in addition to increasing the concrete cross sections for some columns and beams in order to be able to use the stadium safely.

Table (1) gives the recommended cross sections and the additional steel reinforcement needed for the different structural elements, to be strengthened; as compared to the existing cross sections.

6. Structural Strengthening and Repair:

After the study, analysis, and redesign of the different structural elements, different repair systems were looked at(3,4). As a first step it was decided to remove all roof tiles and insulations if existed.

6.1. Strengthening and Repair of Main Frames:

Repair of the main frame may be achieved by making jacket in the following manner (see figure 3).

1. Excavate around frame legs Cl down to foundaton level (top of reinforced concrete footing).

2. Remove concrete cover till main reinforcing steel appears (i.e. the upper reinforcement for the cantilever CA and inside and outside reinforcement for frame leg Cl.

3. Clean all rust around steel bars using a brush. It is recommended not to use any chemicals in cleanisg reinforcing steel. The steel has then to be painted using anti-rust material to bond it to concrete. One can use epoxy resins such as Eurepox 721 with hardner Euredur 43 or likewise.

Structural Element	Existing Cross section (cms)	Recommended Cross section (cms)	Required Additional Reinforcement
Beam B1	30x25	35x45	2Ø19 mm
Beam B2	40x30	50x50	3Ø19 mm
Cantilever CA			
Cross section 1-1	30x60	45x80	4Ø25 mm
Cross section 2-2	30x120	45x140	8Ø25 mm
Column Cl			
Cross section 3-3	30x140	45x160	8Ø25 mm
Cross section 4-4	30x60	45x80	8Ø25 mm

Table (1): Recommended cross sections and Additional Reinforcement.

columns, a thick layer of rust was found covering the steel bars. At 2.0 meters above ground level the concrete cover was sound and has no cracks at all.

(3) The concrete cover for the main Cantilevers CA for the top roof is found to be some what big. This cover was measured to be 20 cms in some frames which is much more than that specified by the code.

(4) The main and secondary beams for the upper roof is not insulated, and there was no good system of water drainage.

(5) The external legs of the frames are found not protected or insulated against water. There was no system of drainage for the rain.

(6) The concrete strength was measured for some colmns C1 using a Shmidt Hammer. The concrete strength C28 was found to be about 200 kg/cm^2 at 3.00 meters above ground level which is within the allowable concrete strength. For the lower parts of the columns and also at the shed level the concrete strength was found to be lower than the allowable strength permitted by specifications. That was expected due to the cracks noticed in the concrete cover. Removing the concrete cover the measured strength was shown to be within the allwable limit. The concrete strength for the internal columns was found to be within the allowable limit. The concrete strength for the main and the secondary beams for the roof shed was low as expected because of the cracks extended in the concrete cover.

4. Technical Analysis :

Formation and propagation of cracks may be caused by many reasons (2). Studying and analyzing the observations mentioned in previous section the reasons for the cracks and spalling of the concrete cover-for this particular case-are summerized as follows :

(1) The weather environment in Damietta City specially during winter time. The cold weather is usually accompanied by heavy rains and an increase in humidity ratio and salt in the air. This caused cracks in the concrete cover and resulted in speeding the rust of reinforcing steel.

2) The upper roof shed consists of inverted cantilevers and secondary beams. This structural arrangement, and without good drainage system for the rain in the roof, speed up the formation of the cracks

3) The concrete strength according to Shmidt Hammer test was less than it should, specially under that weather environment which cause permeability of the concrete and the formation of cracks followed by rust of reinforcing bars.

4) There was no system to drain water away from legs of frames and the external columns Cl were not protected against water (rain or sewage).

5. **Structural Re-design:**

Original structural drawings for the building were not found and site observations for concrete cross section and steel reinforement were the only consideration taken into account by the authors.

The building was checked for the design of the main stairs and roof shed under the new circumestances. All structural elements were analyzed to obtain the internal forces and moments. The stresses were then evaluated in beams, columns, and frames using the actual dead loads and assuming super-imposed live loads of;

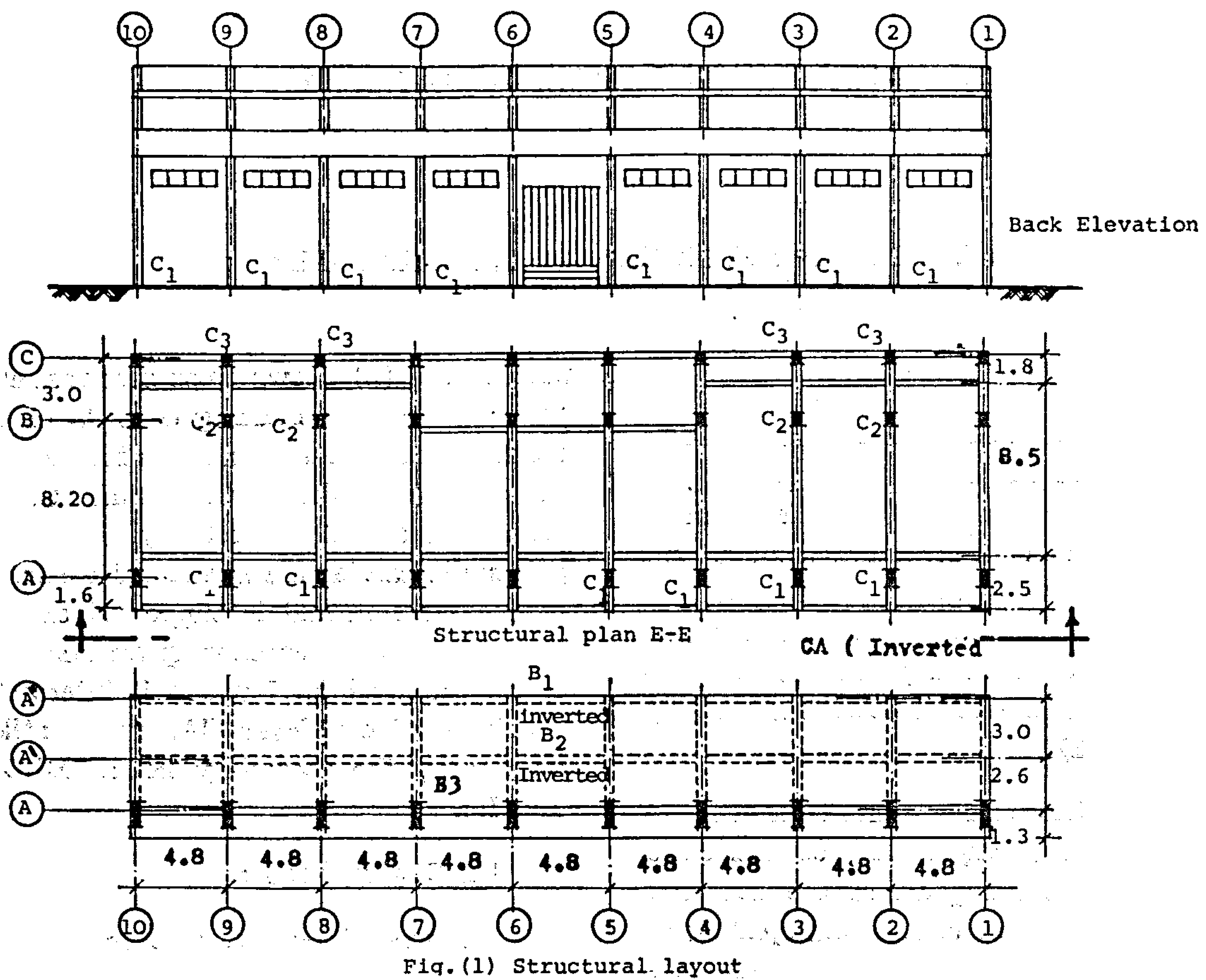


Fig.(1) Structural layout

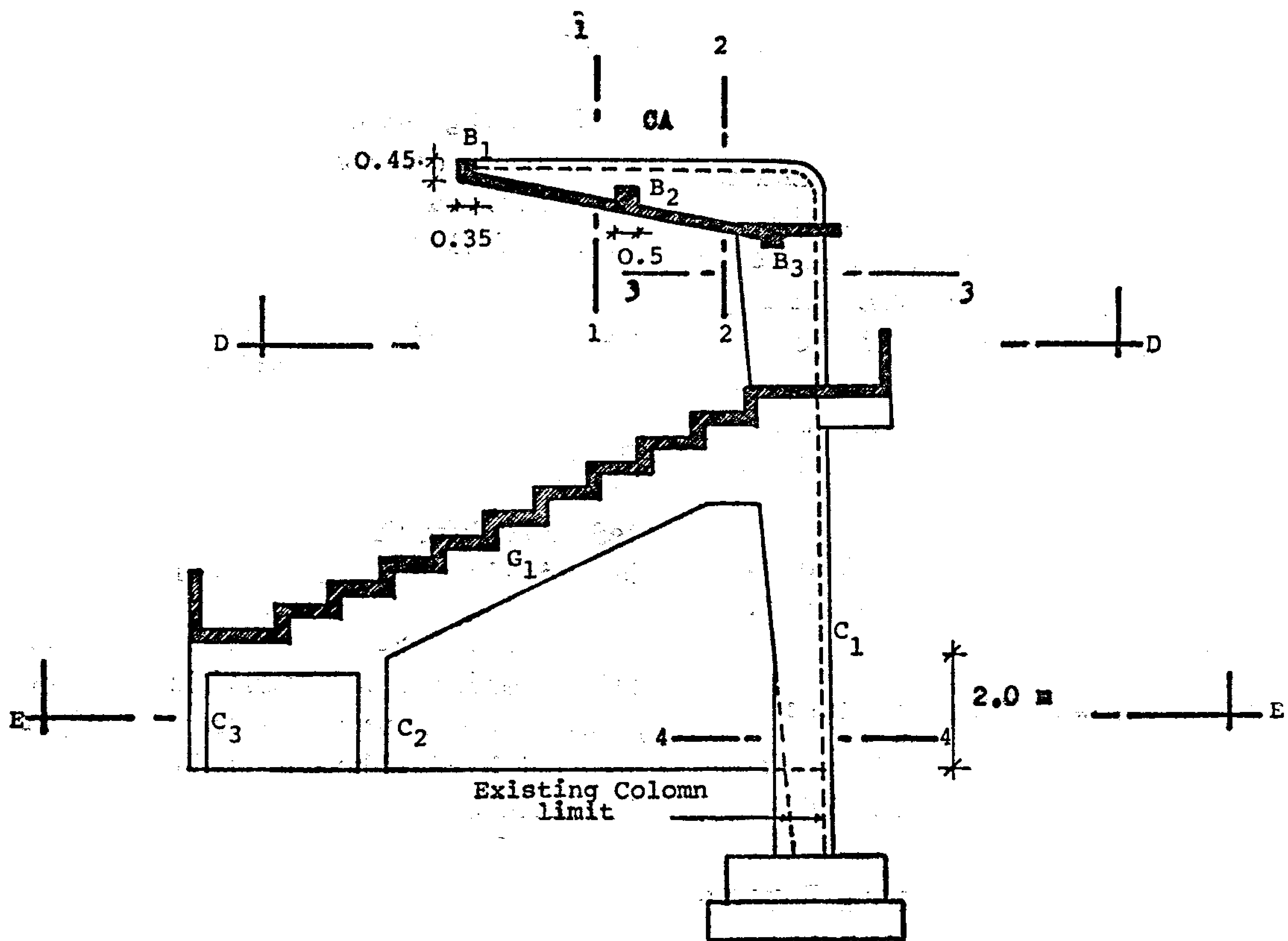


Fig.(2) Cross sectional Elevation

REPAIR AND STRENGTHENING OF DAMIETTA STADIUM

BY

MOHAMED H. EL-ZANATY* and MOHAMED H. EL-HADDAD*

1. Introduction :

Repair and strengthening of existing structures is one of the most challenging Jobs to structural engineers. For many years default of a structure would result in its demolishing and rebuilding a new one. Due to the advances of so many chemicals and additives repair and strengthening of structures has become more easy job to do(1).

The authors have been involved in repairing and strengthening of Damietta stadium on the request of the Governor of the City. Some cracks and spalling of concrete has been noticed by maintainance people at the stadium. Notifying the officials it was decided by housing officials in Damietta that the cantilever shed has to be demolished, as it causes serious danger to the life of people, and a new shed is to replace the damaged one. Called upon by the Governer the authors considered strengthening of the existing building. It was decided that the cost of repairing and strengthening of the building-specially with new additives materials would be much less costly than replacing it.

In this paper the method of repairing and strengthening the Damietta stadium is reported.

2. General Layout of the Stadium :

Figure (1) shows the structural plans and a back elevation for the building, while figure (2) shows cross sectional elevation. The main building consists of 10 frames spaced at 4.8 ms. Each frame consists of three columns C1, C2 and C3 on axes A,B, and C respectively. The main grider G1 carries the structural elements of the stadium and is supported on the three columns, C1 extends upward on axis A till the shed level where it intersects the inverted cantilever CA. The cantilevers carry the secondary beams B1,B2, and B3.

3. Site Observations :

The general observations seen at the site are summarized in the following remarks :

1) Longitudinal cracks have been observed in the concrete cover for the main inverted cantilevers that carry the roof shed. Some cracks are also seen in the secondary beams of the roof. Spalling of concrete has been noticed to some concrete covers of inverted cantilevers. The concrete cover was removed in some parts to check section reinforcement. It was found that steel reinforcement is rusted extensivly. The thickness of rusted layer is about 10% of bar diameter.

(2) Longitudinal cracks in the concrete cover has been observed in the lower parts of the external columns C1 and up to about 1 meter above ground level. When the cover was removed for some of these

*Lecturer, Structural Engineering Department, Faculty of Engineering, Cairo University.

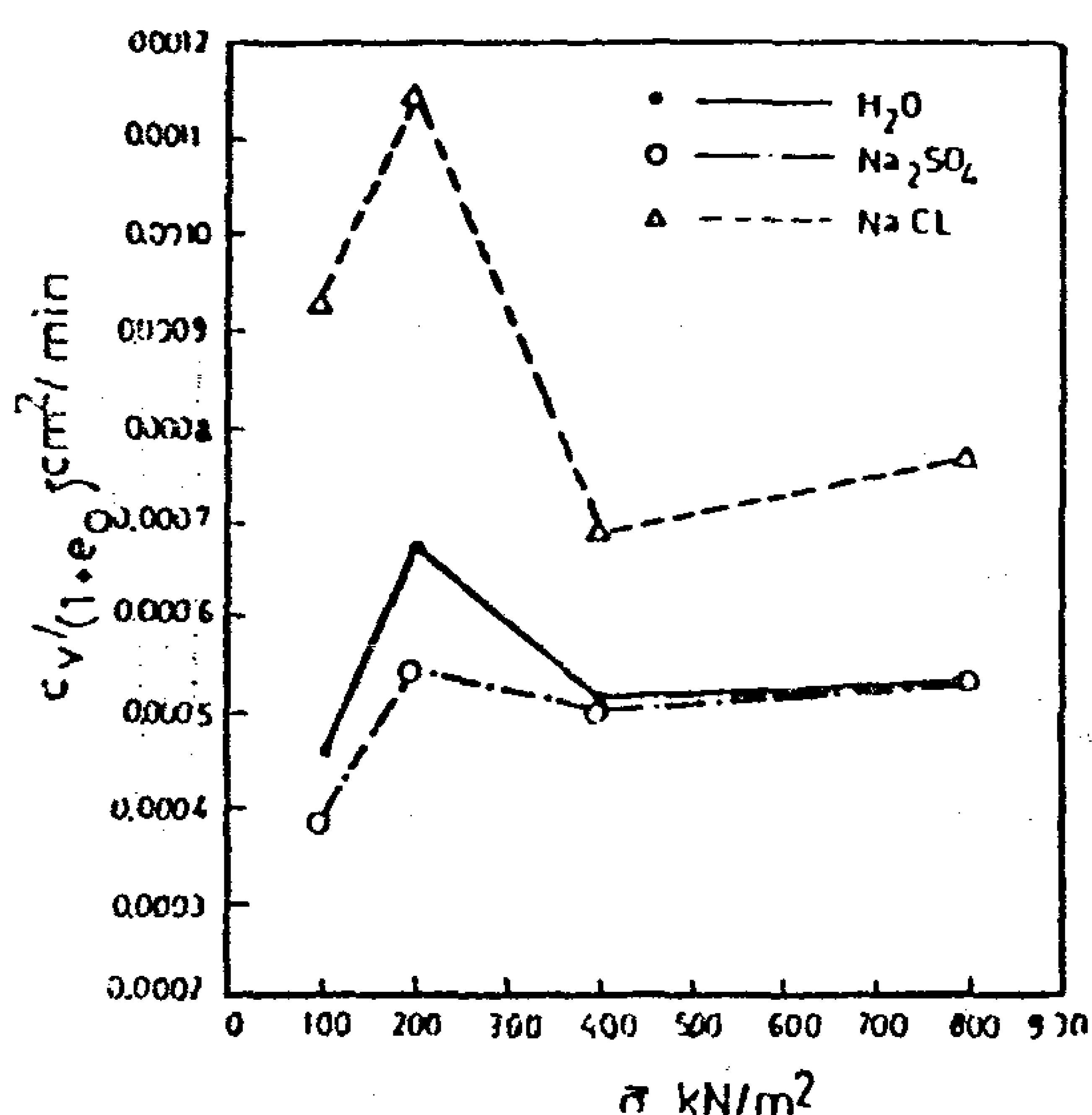


Fig. 8. $c_v/(1+e_o)$ Versus for Different Compositions of Por Fluid-Site B

REFERENCES

1. Terzaghi, K. and Peck, R.B. (1967). Soil mechanics in engineering practice. John Wiley and sons, inc.
2. Lambe, T.W., and Whitman, R.V. (1969). Soil mechanics, John Wiley and sons inc.
3. Tschebotariouff, G.P. (1955). Soil mechanics, foundationsa and earth structures. Mc-Graw Hill, inc.
4. Carrier, W.D., III. and Beckman, J.F. (1984). Correlations between index tests and the properties of remoulded clays, Geotechnique, Vol. xxxiv, No. 2., pp 211 — 228.
5. Matsuo, S. (1957). A study of cation exchange on the stability of slopes. Proc. 4th ICSMFE, London.
6. Moum, J. and Rosenqvist, I. TH. (1961). The mechanical properties of montmorillonitic and illitic clays related to the electrolytes of the pore water. proc. 5th ICSMFE, pp 263 — 267.
7. Zeevaert, L. (1983). Foundation engineering for difficult subsoil conditions. Van Nostrand Reinhold company.

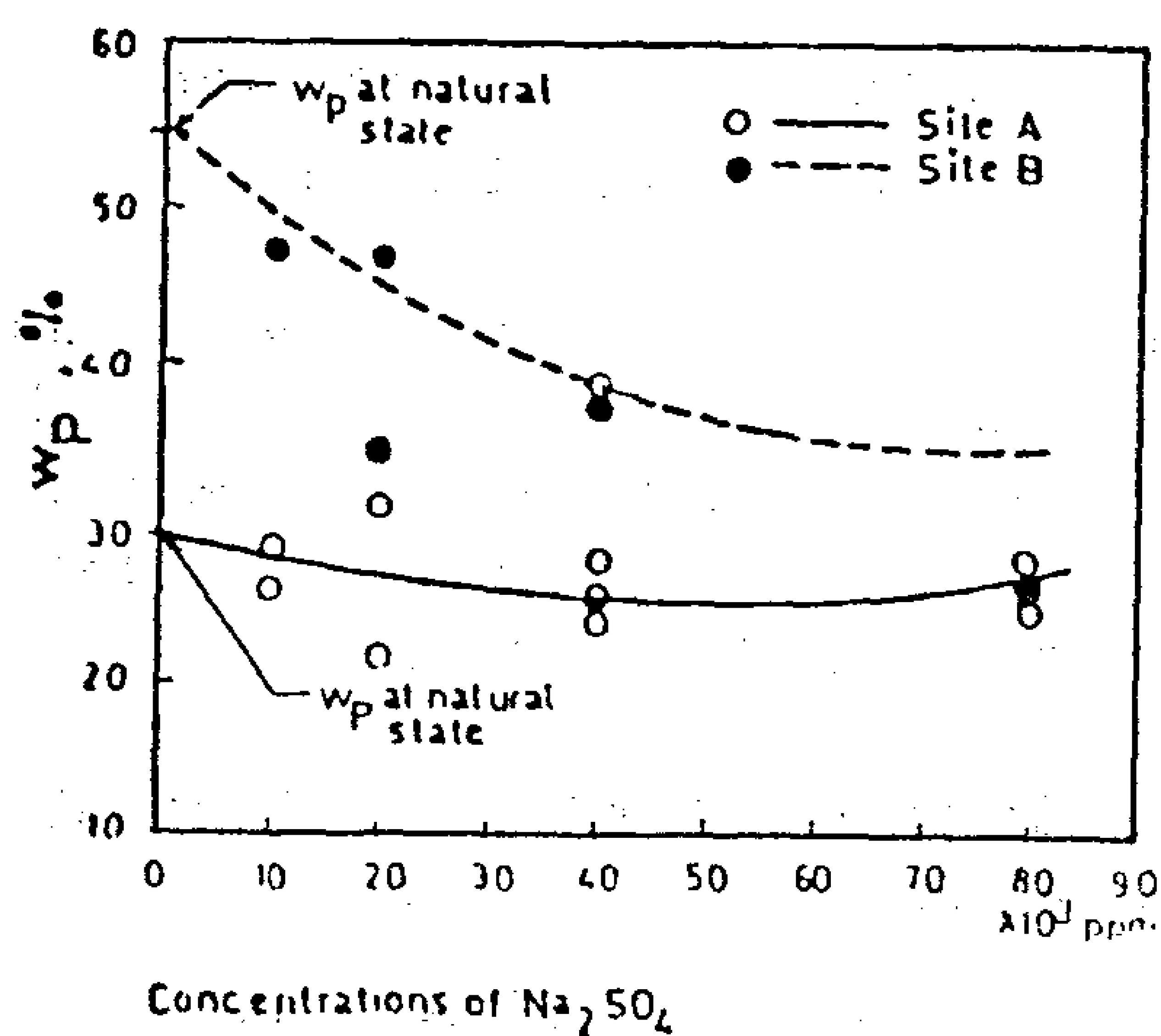


Fig. 3. W_P Versus Concentration of Na2 SO_4 in Pore Fluid

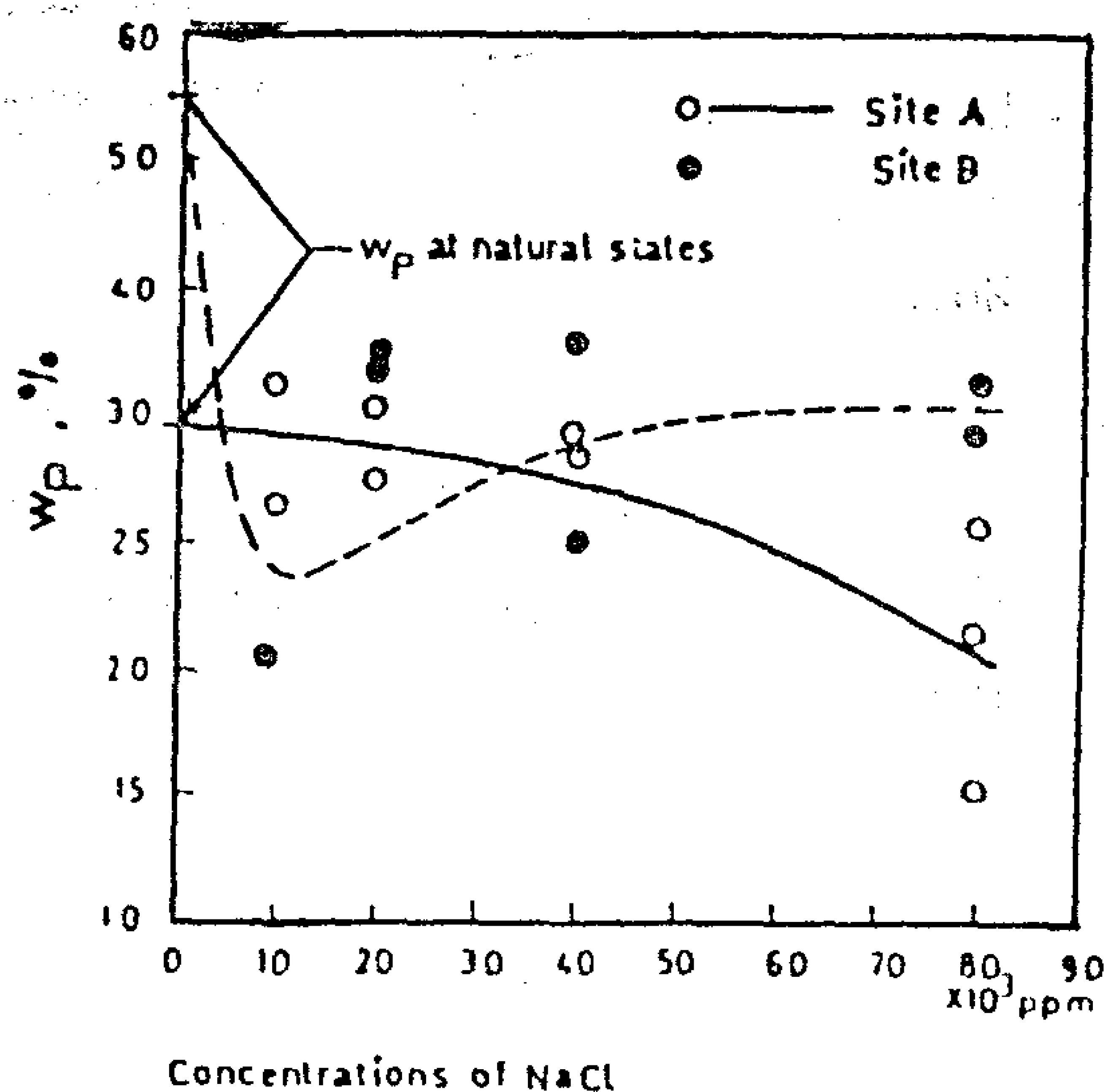


Fig. 4. W_P Versus Concentrations of Na Cl in Pore Fluid

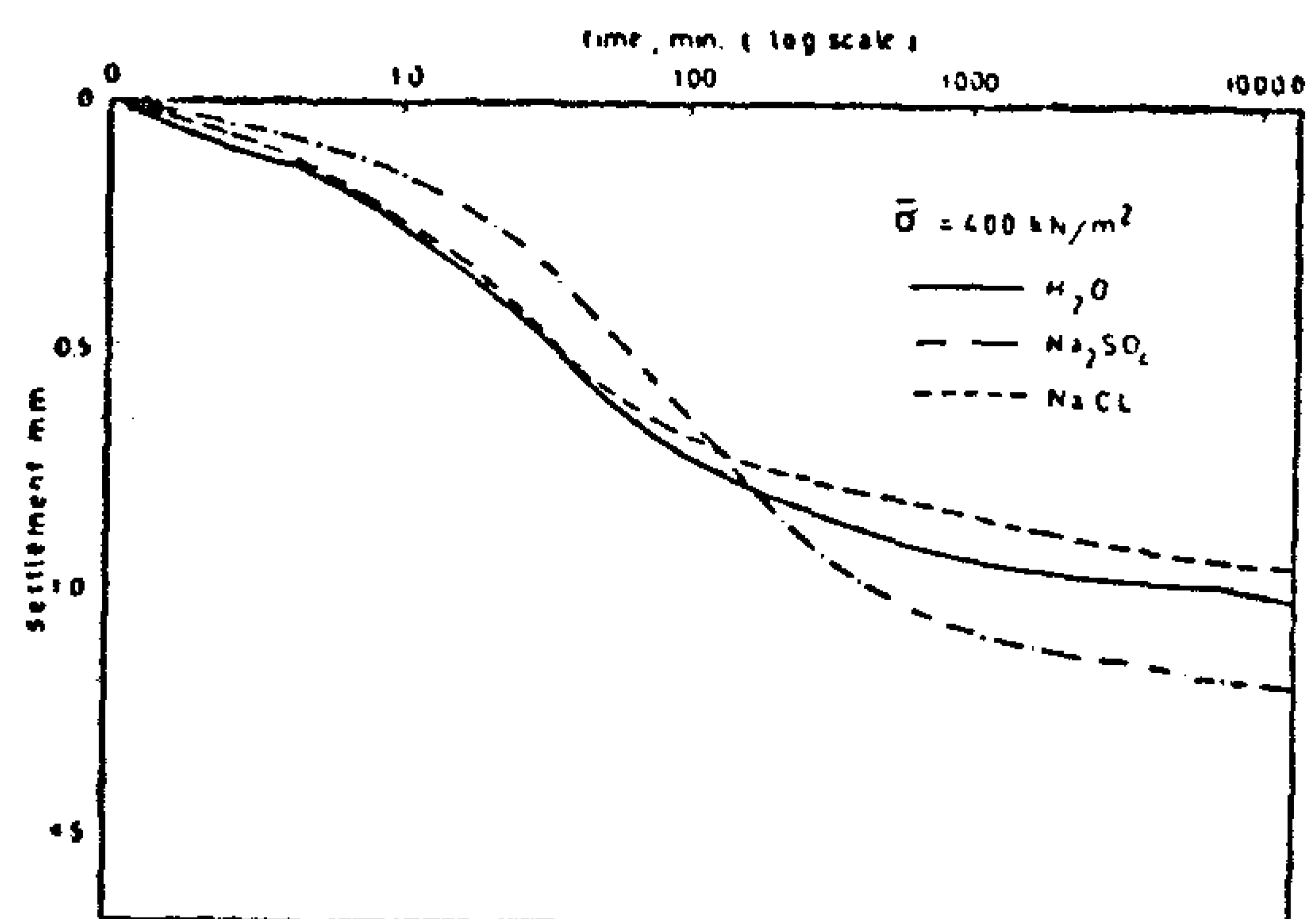


Fig. 5. Typical Settlement-Log Time Relationship for Different Chemical Compositions of Pore Fluid-Site A

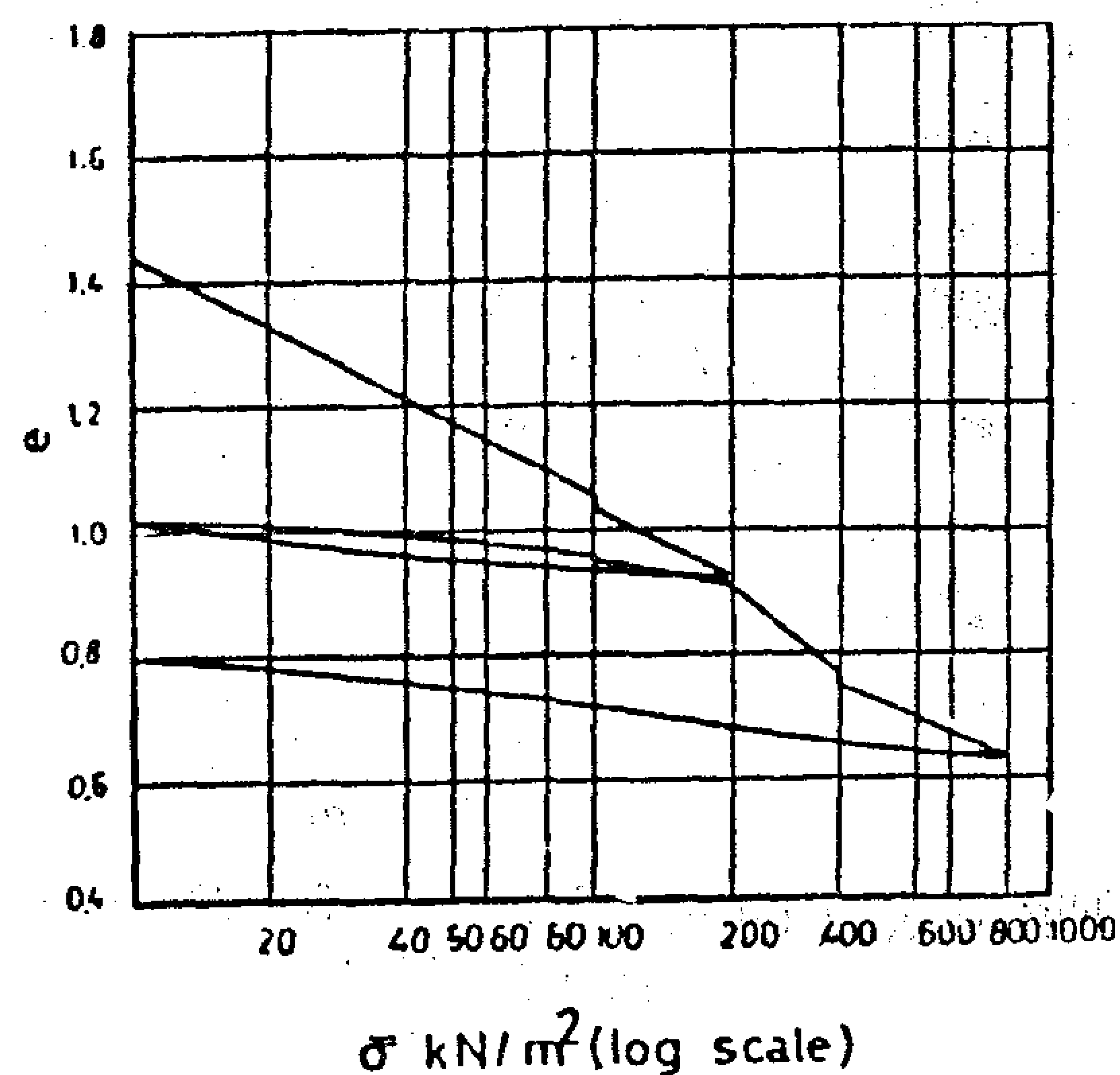


Fig6 Typical e_logσ Relationship_Site A

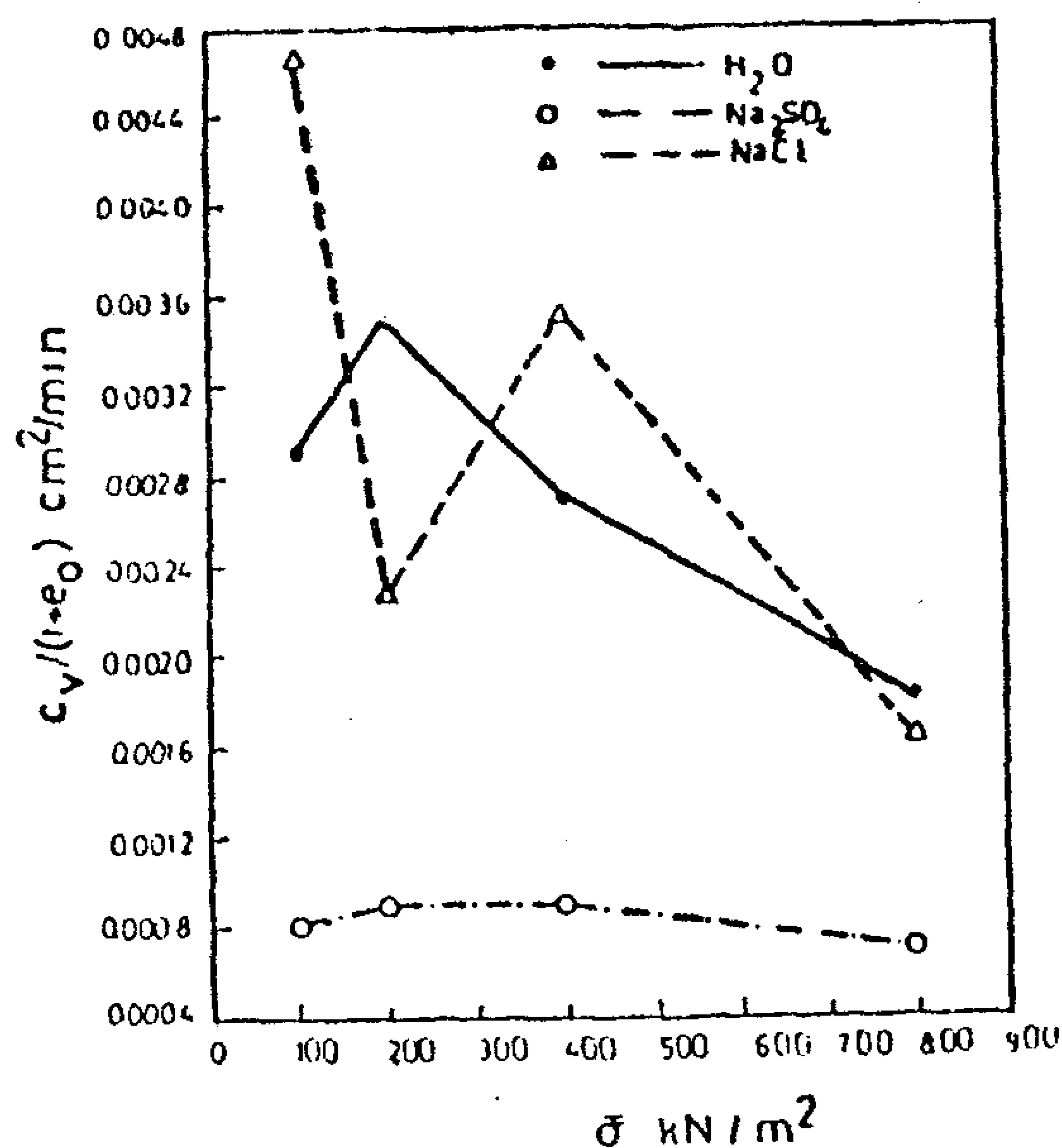


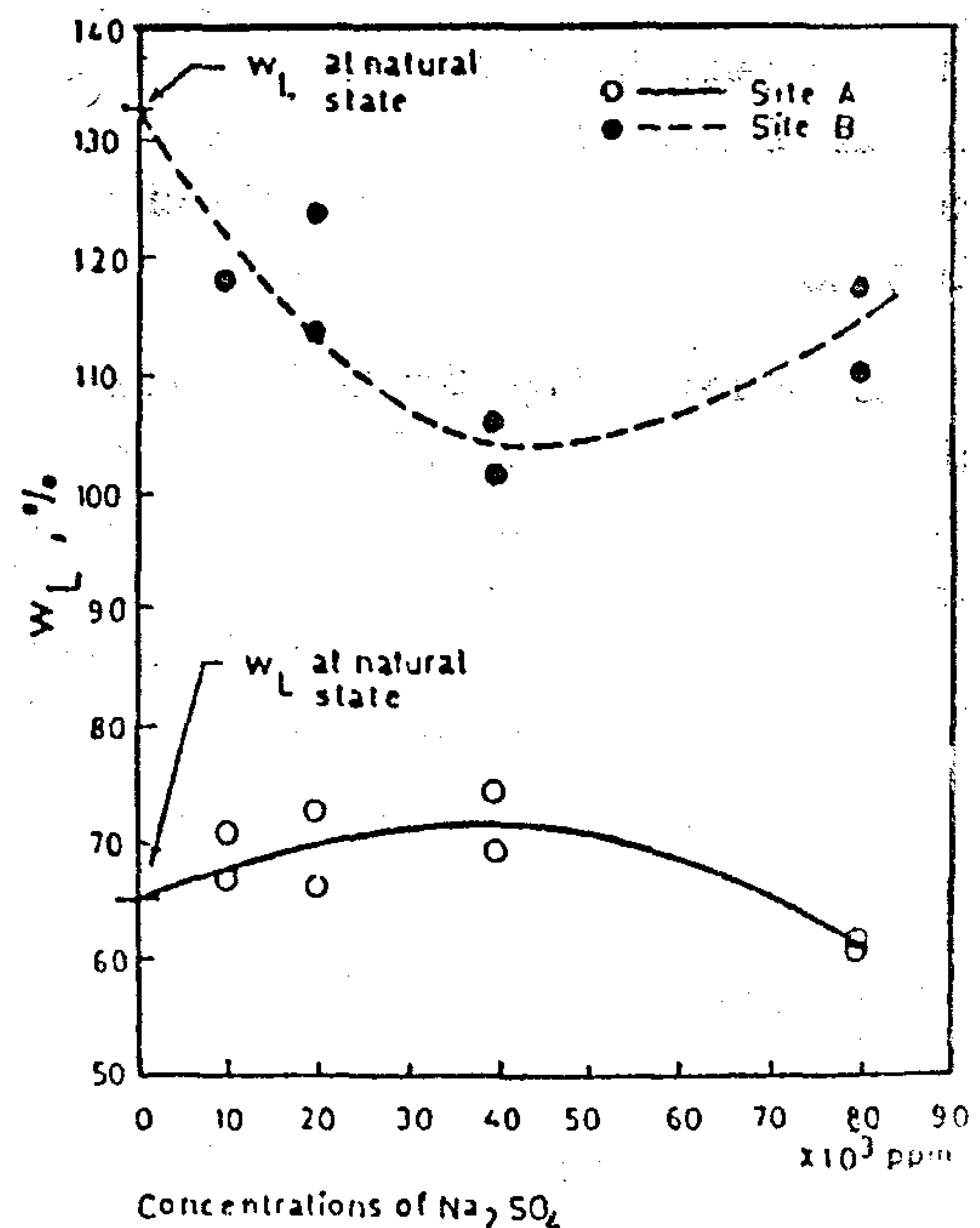
Fig. 7. $c_v / (1+e_o)$ Versus $\overline{\sigma}$ for Different Compositions of Pore Fluid-Site A

The relationship $c_v / (1+e_o)$ versus $\bar{\sigma}$ showed a decrease in the ratio $c_v / (1 + e_o)$ for samples with pore fluids containing $Na_2\ SO_4$ over those samples remoulded by mixing with distilled water. While samples containing Na Cl in their pore fluid generally showed oppsite results.

6. The coefficient of secondary compression C_α generally increased when the pore fluid contained $Na_2\ SO_4$, while decreased in case of Na Cl.

7. One of the main reasons for the above results could be due to the resulting changes in the nature (thickness, viscosity, ...) of the adsorbed layers. The chemical processes responsible for these results are complicated and difficult to explain since they depend on many factors.

8. Further extensive investigations are still needed in this field. Different types of chemicals, containing different cations, and having different valences, are suggested to be used with wide varieties of clays. A more profound study of the chemical processes with a special emphasis on the electro chemical behaviour of the adsorbed water should be performed in order to provide rational interpretation of the observed changes in the above studied soil properties. The changes in the strength of the clay chould also be investigated.



Fik. 1. W_L Versus Concentrations of Na_2 SO4 in Pore Fluid

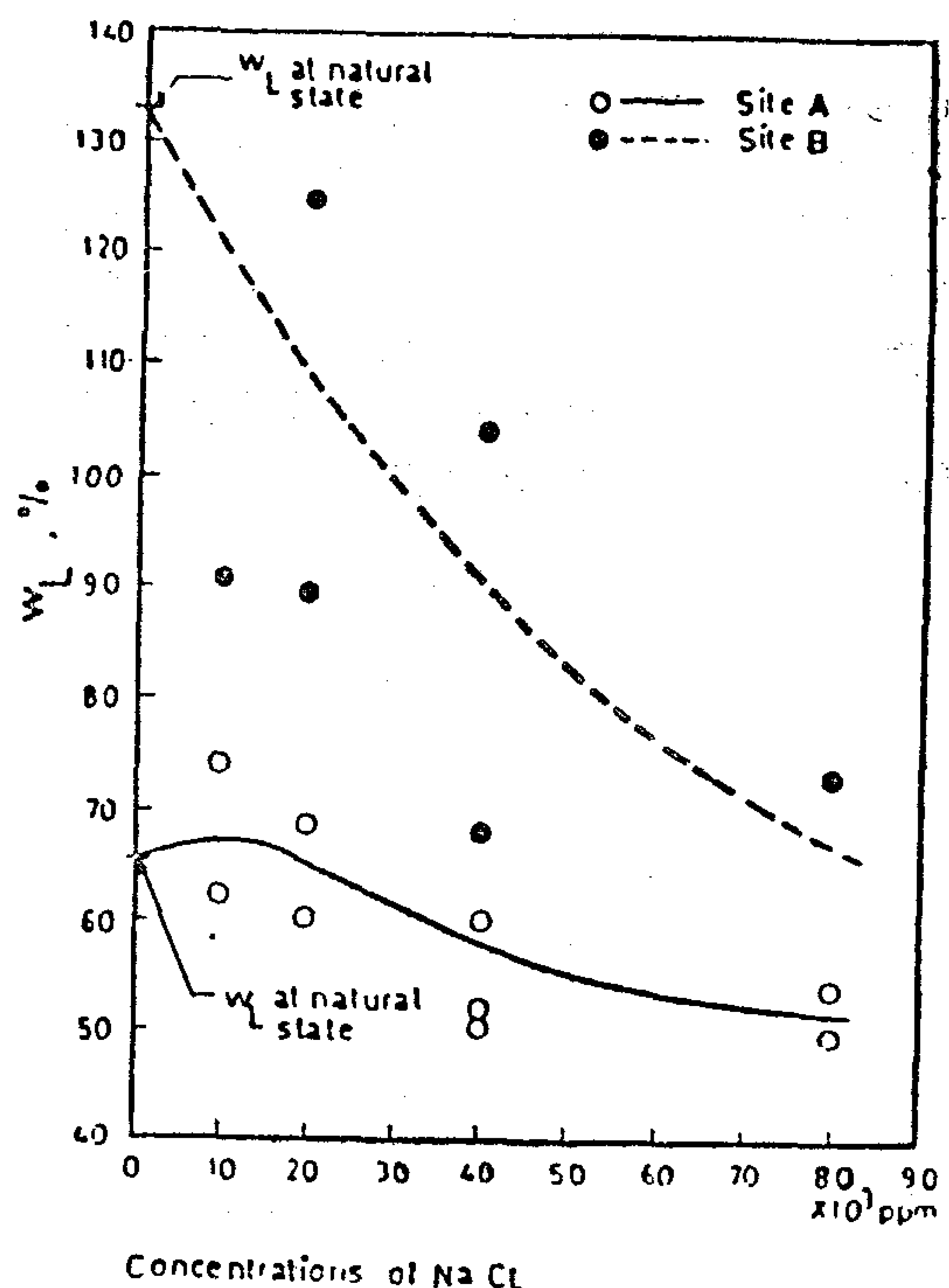


Fig. 2. W_L Versus Concentrations of Na Cl in Pore Fluid

and for the reloading stress 100kN/ The tangent to the curve after completion of the primary consolidation stage was used in calculating the rate of secondary compression $C\alpha$.

The values of $C\alpha$ for tests carried out at first loading ranged between 0.0031 to 0.0092 which were near to $C\alpha$ values for normally consolidated clays. While the values of $C\alpha$ for an overconsolidation ratio of 2 ranged between 0.0008 to 0.0022.

Table 5 shows the values of C_α and also the ratios $C_\alpha / (1 + e_o)$ for samples obtained from the two sites and for different types of pore fluids.

It can be seen from table 5, that $C_\alpha / (1 + e_o)$ changed with the nature of the pore fluid. For the two sites, $C\alpha$ was generally high when the pore fluid was $Na_2 SO_4$, while low when the pore fluid was Na Cl. Similar results were found when the overconsolidation ratio was 2.

As mentioned above the change in the chemical composition of the pore fluid would lead to changes in the nature of the adsorbed water. It is therefore expected that $C\alpha$ would change, since secondary compression is influenced by the adsorbed water (5,7).

CONCLUSIONS :

1. Considerable changes in W_L, W_P of the tested clays occurred when the chemical composition of the pore fluid was changed.

2. Generally there were reductions in W_L and W_P of the clays from sites A and B, due to increasing the concentrations of $Na_2 SO_4$ or Na Cl.
At certain concentrations the reductions ranged between 30-50%. However, for clay from site A there was an increase in W_L of about 10% when the concentration of $Na_2 SO_4$ was 40 000 ppm.

3. As a result of the change in W_L and W_P the activity and the liquidity index will also change. This indicates that the compressibility, strength and perpermeability of the clay may also be expected to change.

4. It was found from the tests on the two types of clay that the ratio $C_c / (1 + e_o)$ increased slightly for samples containing $Na_2 SO_4$ in their pore fluid over those remoulded by mixing with distilled water. On the other hand this ratio decreased slightly when the pore fluid contained Na Cl.

Table (5)
Change of $C\alpha$ with the change of the chemistry of the pore fluid.

Type of pore fluid \ Site	Site B					Site A				
	e_o	$\bar{\sigma}$ = 100 kN / m²		$\bar{\sigma}$ = 400 kN / m²		e_o	$\bar{\sigma}$ = 100 kN / m²		$\bar{\sigma}$ = 400 kN / m²	
		C_α	$C_\alpha/1+e_o$	C_α	$C_\alpha/1+e_o$		C_α	$C_\alpha/1+e_o$	C_α	$C_\alpha/1+e_o$
H_2O	2.414	0.0092	0.00375	0.0084	0.00343	1.451	0.0059	0.00173	0.0031	0.00091
$Na_2 SO_4$ 20 000 ppm	2.186	0.0128	0.00525	0.0067	0.00275	1.436	0.0067	0.00210	0.0046	0.00144
Na Cl 20000 ppm.	2.267	0.0046	0.00189	0.0044	0.00180	1.439	0.0031	0.00095	0.0049	0.00150

The index C_r is defined in this work as the compression index at reloading. This index was obtained by considering the straight line,

of the e - log $\bar{\sigma}$ relationship between the point corresponding to the least load (after unloading, 10 kN/m²), and the point corresponding to the biggest load in the reloading stage, (after which the virgin loading commences, 200 kN/m²).

Table (4)
Change in the compression indices
due to change in the chemistry
of the pore fluid

Type of pore fluid \ Site	Site B					Site				
	e_o	C_c	$\frac{C_c}{1+e_o}$	C_r	$\frac{C_r}{1+e_o}$	e_o	C_c	$\frac{C_c}{1+e_o}$	C_r	$\frac{Cr}{1+e_o}$
H_2O	2.414	0.698	0.204	0.155	0.045	1 451	0.415	0.169	0.062	0.025
Na_2SO_4 20 000 ppm.	2.186	0.698	0.219	0.163	0.051	1.436	0 426	0.175	0.070	0.029
Na Cl 20 000 ppm.	2.267	0.664	0.203	0.039	0.012	1.439	0.388	0.159	0.047	0.0:

Table 4 gives C_c and C_r, and the ratios C_c / (1 + e_o) and C_r / (1+ e_o) for samples obtained from the two sites, and for different types of pore fluids, (eo is the initial voids ratio). It was seen that the chemical composition of the pore fluid has effects on the compression indices. Although the differences found between the obtained indices when using different chemiclls were small.

The ratios C_c / (1+e_o) and C_r / (1 + e_o) were found to be generally greatest for the samples containing Na_2SO_4 in their pore fluid, and lowest for the case of Na cl.

It seems that the presence of Na_2SO_4 in the pore fluid had some effects on reducing the resistance to relative movements between the clay particles. Hence reducing the resistance to volumeteric changes at interparticle contacts.

Coefficient of consolidation

Figs 7 and 8 show the relationships c_v / (1+e_o) versus $\bar{\sigma}$ (c_v is the coefficient of consolidation), for different pore fluids. The settlementlog time relationships were used in estimaing c_v

It can be seen that in case of samples from site A, Fig. 7, the presence of Na_2SO_4 in the pore fluid decreased c_v considerably. and in case of Na cl there was a tendency for this coefficient to increase. While in case of samples from site B, Fig. 8, the results were somewhat different. The decrease of c_v due to the presence of Na_2SO_4 was small, while there was a big increase in case of Na cl.

The relationship c_v / (1 + e_o) versus $\bar{\sigma}$ generally took similar trend. However, in case of clay type A there were some changes in this trend.

These results indicate changes in the coefficient of permeability, perhaps due to changes in the viscosity of the pore fluid and / or the nature of the adsorbed water

Rate of secondary compression

The rate of secondary compression was estimated for stresses 100 and 400 kN/m²

cals added to the distilled water used in mixing.

RESULTS AND ANALYSIS :

Plasticity Characteristics

The plasticity characteristics, liquid limit w_L and plastic limit, w_P, were found to change with the change in the chemistry of the pore fluid. As a result the activity and the liquidity index would also change. These results have very important consequences as there are correlations between the above properties and the mechanical properties of the clay (4).

Liquid and Plastic Limits

Figs 1,2,3 and 4 show the change in w_L and w_P with the change in the type of pore fluid in the clay, (i.e. H_2O, Na_2SO_4 or Na Cl).

In case of Na_2SO_4 in the pore fluid w_L for the two clays was found to change in two different fashions. For clay A, w_L increased as the concentration of Na_2SO_4 increased, to a maximum value, at above 40 000 ppm, then started to decrease. While the opposite was found for clay B. At 40 000 ppm concentration w_L was found to increase about 10% for clay A while decreased about 20% for clay B, of the corresponding values of their w_L for distilled water, fig (1).

In case of Na Cl, however, w_L for clay A and B was found to decrease as the concentration increased. The reduction in w_L at 80 000 ppm reached 30% and 50% for clays A and B, respectively, of their corresponding w_L values for distilled water, (Fig. 2).

Figs 3 and 4 show the effect of Na_2SO_4 or Na Cl in the pore fluid on wp of the clays. In case of Na_2SO_4.w_P decreased considerably, for clay B, as the concentration increased to 40 000 ppm. The reduction was about 40% of w_P for distilled water. While for clay A the increase in the concentration of Na_2SO_4 decreased w_P only slightly.

When the pore fluid contained Na Cl. w_P for clay A decreased consistently by increasing the concentration of Na Cl about 30% of w_P for distilled water when the concentration was 80 000 ppm. However, for clay B the behaviour was found to be rather erratic.

The reasons for the above changes are difficult to explain, since there are many parameters involved. However, when the above chemicals were introduced to the pore fluid, the electro-chemical processes developing in the clay are expected to differ from those corresponding to H_2O only. The resulting ion exchange would have effect on the nature (thickness, viscosity,...) of the absorbed water, which could be one of the main reasons for the resulting changes in w_L and w_P. Similar results were also found by other investigators (5,6).

Compressibility Characteristics :

As mentioned above, the change of the chemistry of the pore fluid would have effects on the compression characteristics of the clays. A typical settlement-log-time relationship for clay A is given in Fig. 5, which shows the change in this relationship with the change of the chemistry of the pore fluid.

Compression indices C_c and C_α

In order to obtain an estimate of the compression index C_c, the slope of the average line passing through the points corresponding to the effective pressures from 100 to 800KN/m^2 was taken. This procedure was thought to be reasonable since the clays were remoulded at moisture content near their liquid limit.

However, the e - Log $\bar{\sigma}$ relationship was interrupted by perfeorming unloading cycles and sustained loading. This procedure was found to have effects on these relationships, (2,7).

A typical e-Log $\bar{\sigma}$ relationship is shown in fig 6.

Table (1)

Physical Properties

Sample	Colour	% Finer than 0.002mm	Liquid Limit W_L %	Plastic Limit W_P %	Activity A
A	Dark Brown	39	65	29	0.96
B	Dark gray	85	133	55	0.91

Table (2)

Chemical Composition

Sample	SiO_2 %	Al_2O_3 %	Fe_2O_3 %	CaO %	MgO %	SO_3 %	L.O.I %	Total
A	46.96	19.30	12 00	4 99	1 05	1.02	9.61	94,93
B	29 18	26 04	8 40	2.00	4 19	6.51	18.86	95 18

Table (3)

Mineralogical Composition

Sample	Quartz (Q_z)	Feldispar (F)	Mont.+ Chlorite (M+Ch)	Mont.+ Illite (M+I)	Kaolinite (K)	Halite (H)	Carbonates (C)
A	56 9%	20 5%	14.6%	--	8%	--	--
B	11%	9%	--	28.0%	42%	3%	7%

TEST PROGRAMME AND PROCEDURES :

Liquid and plastic limit tests were carried out on the clay samples using different degrees of concentration of Na_2SO_4 and Na Cl in the pore water. Whereas only one degree of concentration was used in the case of the compression tests. Consistency and compressibility characteristics were also determined using distilled water.

Liquid and Plastic Limit Tests

These tests were carried out on both clay types using mixing solutions consisting of water and Na_2SO_4 or Na Cl, with concentrations of 10, 20 40, and $80x10^3$ ppm. Liquid limit W_L and plastic limit W_P were also determined for the samples at their natural states by using distilled water, (table 1).

Clay samples were first dried, pulverized and mixed with solutions of water containing certain concentrations as mentioned above. These solutions were mixed with the dry clay at a specified percentage by weight which was 55% for clay type A, and 80% for clay type B. In order to determine W_P and W_L the sample was either allowed to dry or wetted with distilled water.

Compression Tests :

The compression tests were divided into three groups. Group 1 tests were for the clay samples remoulded after being mixed with distilled water. Whereas, groups 2and 3 tests were for the clay samples remoulded after being mixed with distilled water containing Na_2SO_4 or Na Cl respectively, at a concentration of 2000 ppm. In this respect the moisture content is the weight of the mixing fluid (distilled water or distilled water containing chemicals) divided by the dry weight of the clay.

The clay was initially remoulded after being mixed with moisture contents of 55% in case of clay type A, and 80% in case of clay type B. The remoulded samples was obtained by carefully placing the clay in layers in the ring of the oedometer.

The remoulded samples from the three groups were loaded at the following stresses 50, 100, 200, 100,10, 50, 100,200 400, 800, 400, 200,100,50,10. KN/m². 100, 200 At the stresses 100 and 400 KN/m² (during both loading and unloading), the load was left for 10 days. During the rest of the loading steps each load was left for 24 hours.

It should be noted that the above mentioned concentrations are the amounts of Na_2SO_4 or Na Cl added to the distilled water used in mixing the clay. Since the natural clay specimens contain a certain amounts of such chemicals, the indicated concentrations represent the additional chemi-

INFLUENCE OF THE CHEMICALCOMPOSITION OF PORE FLUID ON CONSISTENCY AND COMPRESSION CHARACTERISTICS OF CLAY

Mostafa M. Sherif(1) **Mohsen Mashhour**(2) **Magda Shater**(1)

Synopsis :

Tests were carried out in order to investigate the effect of the chemistry of pore fluid on the plasticity and compression characteristics of clay. Two types of clay representing typical Nile delta alluvium deposits were remoulded with distilled water and with water containing $Na_2 SO_4$ and Na Cl.

Liquid limit and plastic limit tests, and compression tests were carried out on the remoulded samples. The results of these tests showed considerable changes in the plasticity characteristics of the clays when mixed with different concentration of above chemicals. Also, changes in the compresion characteristics were recorded.

INTRODUCTION :

In recent years there have been many records indicating remarkable increase in the degree of concentration of chemicals in ground water in urban areas. This may be attributed to leakage from sewer pipes and disposal of industrial wastes. Only few research workers have studied the effect of the presence of these chemicals in the clay, on its behaviour.

The pore fluid can have an important influence on the behaviour of clays. The thickness of the adsorbed water varies according to the mineralogical composition of a clay, and several investigations have shown that the adsorbed water has important influence on the physical and mechanical properties of the clay (1, 2, 3). Therefore, if the chemical composition of the water in the pores of the clay was changed, then the resulting electrochemical process is likely to alter the nature of the absorbed water of this clay. Hence the physical and mechanical properties of the clay are expected to change

Experiments were corried out on clay samples in order to investigate the change in their physical and mechanical properties as a result of changing the chemical composition of their pore fluid. Two chemicals often found in ground water were used ($Na_2 SO_4$ and Nacl)

THE TESTED SOIL :

Two types of clay were chosen for testing. They can be considered typical of the Nile delta alluvia. Clay type A was obtained from a site near Pyramid road which is at the west of Cairo. While clay type B was obtained from a site in Meniette El Nasr which is located in the north east of the delta.

Table 1,2 and 3 show the physical properties of these soils, their chemical and mineralogical composition.

(1) Assoc. Professor and Professor, General Organization for Housing Building and Planning Research, Cairo,Egypt.
(2) Assoc. Professor, Faculty of Engineering, University of Zagazig, Zagazig, Egypt.

is presented to evaluate channel discharge at a general section.

By means of another formula the expected channel length as well as the soil hydraulic conductivity may be evaluated.

The solution of a numerical example shows the simplicity in using and applying the aforementioned formula.

APPENDIX I:REFERENCES

1. El Nimr, A., «Seepage from Parallel Trapezoidal Channels», J. Engrg. Mech. Div., Proc. ASCE, Aug., 1963.
2. Hammad, H., «Seepage Losses from Irrigation Canals», J. Engrg. Mech. Div., Proc. ASCE, Apr., 1959.
3. Hammad, H., «Seepage Losses from Parallel Canal Systems», J. Engrg. Mech. Div., Proc. ASCE, Aug., 1960.
4. Harr, M., «Groundwater and Seepage», McGraw-Hill, 1962.
5. Hathoot, H., «Seepage from Parallel Open Channels «Bul. of Engrg., Cicil Engrag. Departments College of Engrg., Alexandria Univ., vol. XVI:1-1977.
6. Koseny, J., «Grundwasserbewegung bei freiem Spiegel, Fluss und Kanalversickerung», Wasserkraft und Wasserwirtschaft, no. 3, 1931. —
7. Muskat, M., «The Flow of Homogeneous Fluids Through Porous Media», J.W. Edwards, 1946.
8. Pavlovsky, N., «Collected Works», Akad. Nauk. USSR, Leningrad, 1956.
9. Vedernikov, V., «Versickerunngen aus kanalen. Wasserkraft Wasserwirtsch 11-13, 1934.

APPENDIX II: NOTATION

The following symbols are used in this paper: —

A = quantity included in Eq. 1;

B_o = constant defined by Eq. 6;

B_1 = constant defined by Eq. 7;

B_2 = constant defined by Eq. 8;

B_3 = constant defined by Eq. 9;

B_4 = constant defined by Eq. 10;

b = channel bed width;

C_o, C_1, C_2, C_3, = constants included in Eq. 3;

H = channel water depth;

H_o = channel water depth at a reference section;

K = soil hydraulic conductivity;

L = channel length downstream a reference section;

Q_o = channel discharge at a reference section;

Q_x = channel discharge at a general section;

T = width of water surface;

x = distance from reference section to a general section; and

z = channel side slope.

Table 2

	B_0	B_1	B_2	B_3	B_4
z=1.0	4.0	-3.0608127	-9.1027677	-12.054065	-6.0121107
z=1.5	4.9299964	-2.0731933	-4.9320016	- 6.443543	-3.5847346
z=2.0	5.7600024	-2.5692216	-6.4391920	- 8.1859481	-4.3159778
z=2.5	6.7	-1.2177621	0.2756194	1.8094676	0.316086
z=3.0	7.6686383	-1.7053457	-1.7406063	-0.8925072	-0.8572465

Channel Length

For a trapezoidal channel excavated in permeable soil of infinite thickness the channel length downstream the reference section OH. Fig. 3, can be evaluated by setting $x=L$ in Eq. 11 and solving for L, remembering that in this case $Q_x=O$. Therefore :

$$L=\frac{Q_oH_o}{K} \Big/ \left\{ \frac{B_oH_o}{2}\left(H_o+\frac{b}{z}\right) + bH_o\left[1-\frac{B_o+B_1}{2z}\right] - B_2\left(\frac{b}{2z}\right)^2 \cdot \ln\left[1-\frac{H_o}{(H_o+\frac{b}{2z})}\right] - B_3\left(\frac{b}{2z}\right)^3\left[\frac{2z}{b}-\frac{1}{(H_o+\frac{b}{2z})}\right] + \left[\frac{B_4}{2}\left(\frac{b}{2z}\right)^4\right]\cdot\left[\left(\frac{2z}{b}\right)^2-\frac{1}{(H_o+\frac{b}{2z})^2}\right]\right\} \qquad (12)$$

By means of Eq. 12 the channel length, L, can be estimated.

It is worthy to note that Eq. 12 can also be used in estimating K, the hydraulic conductivity of the soil provided that L,Q,b,z and H_o are known.

NUMERICAL EXAMPLE

It is required to determine the expected channel length downstream a section for which b=3.0 m, Q_o =2.0 m³/s, Ho = 1.0 m and z = 2.5 assuming the hydraulic conductivity of the soil K = 1.0 m/d.

Solution

Applying Eq. 12:

$$L=\frac{(2.0\times60\times60\times24\times1.0)}{1.0} \Big/ \left\{ \frac{6.7(1.0)}{2}\left(1.0+\frac{3.0}{2.0}\right) + 3.0(1.0)\cdot\left[1-\frac{(6.7-1.2177621)}{2\times2.5}\right] - 0.2756194\times\left(\frac{3.0}{2\times2.5}\right)^2\cdot\ln\left[1-\frac{1.0}{(1.0+\frac{3.0}{2\times2.5})}\right] - 1.8094676\left(\frac{3.0}{2\times2.5}\right)^3\left[\frac{2\times2.5}{3.0}-\frac{1}{(1.0+\frac{3.0}{2\times2.5})}\right] + \left[\frac{0.316086}{2}\times\left(\frac{3.0}{2\times2.5}\right)^4\right]\cdot\left[\left(\frac{2\times2.5}{3.0}\right)^2-\frac{1}{(1.0+\frac{3.0}{2\times2.5})^2}\right]\right\}$$

from which L = 25338.198 m

=25.34 km.

this means that the discharge 25 km downstream the refered section is zero.

CONCLUSIONS

In terms of channel dimensions at a reference section, channel length and soil hydraulic conductivity, an explicit formula

$$q = K\left\{B_0\left(H+\frac{b}{2z}\right) + b\left[1-\frac{B_0+B_1}{2z}\right] + B_2\frac{\left(\frac{b}{2z}\right)^2}{\left(H+\frac{b}{2z}\right)} - B_3\frac{\left(\frac{b}{2z}\right)^3}{\left(H+\frac{b}{2z}\right)^2} + B_4\frac{\left(\frac{b}{2z}\right)^4}{\left(H+\frac{b}{2z}\right)^3}\right\} \qquad (5)$$

$$B_0 = 2z + C_0 + \frac{C_1}{2z} + \frac{C_2}{(2z)^2} + \frac{C_3}{(2z)^3} \qquad (6)$$

$$B_1 = \frac{C_1}{2z} + \frac{2C_2}{(2z)^2} + \frac{3C_3}{(2z)^3} \qquad (7)$$

$$B_2 = \frac{C_1}{2z} + \frac{3C_2}{(2z)^2} + \frac{6C_3}{(2z)^3} \qquad (8)$$

$$B_3 = \frac{C_2}{(2z)^2} + \frac{4C_3}{(2z)^3} \qquad (9)$$

$$B_4 = \frac{C_3}{(2z)^3} \qquad (10)$$

Recalling Eq. 2 :

$$Q_x = Q_o - K\int_0^x \left\{B_0\left(H+\frac{b}{2z}\right) + b\left[1-\frac{B_0+B_1}{2z}\right] + B_2\frac{\left(\frac{b}{2z}\right)^2}{\left(H+\frac{b}{2z}\right)} - B_3\frac{\left(\frac{b}{2z}\right)^3}{\left(H+\frac{b}{2z}\right)^2} + B_4\frac{\left(\frac{b}{2z}\right)^4}{\left(H+\frac{b}{2z}\right)^3}\right\} dx$$

Considering Ho, the water depth at the reference section (at x=O), L, the channel length downstream that section and applying the approximate relation:
$H = H_o\,(1 - x/L)$

Therefore:

$$Q_x = Q_o + \frac{KL}{H_o}\int_{H_o+\frac{b}{2z}}^{H_o(1-\frac{x}{L})+\frac{b}{2z}} \left\{B_o\left[H_o\left(1-\frac{x}{L}\right)+\frac{b}{2z}\right] + b\left[1-\frac{B_o+B_1}{2z}\right] + B_2\cdot\frac{\left(\frac{b}{2z}\right)^2}{\left[H_o\left(1-\frac{x}{L}\right)+\frac{b}{2z}\right]} - B_3\frac{\left(\frac{b}{2z}\right)^3}{\left[H_o\left(1-\frac{x}{L}\right)+\frac{b}{2z}\right]^2} + B_4\frac{\left(\frac{b}{2z}\right)^4}{\left[H_o\left(1-\frac{x}{L}\right)+\frac{b}{2z}\right]^3}\right\} d\left[H_o\left(1-\frac{x}{L}\right)+\frac{b}{2z}\right]$$

Integrating and rearranging the above equation:

$$Q_x = Q_o - \frac{KL}{H_o}\left\{\frac{B_oH_ox}{2L}\left[H_o\left(2-\frac{x}{L}\right)+\frac{b}{z}\right] + \frac{bxH_o}{L}\left[1-\frac{B_o+B_1}{2z}\right] - B_2\left(\frac{b}{2z}\right)\cdot\ln\left[1-\frac{\frac{H_ox}{L}}{\left(H_o+\frac{b}{2z}\right)}\right] - B_3\left(\frac{b}{2z}\right)^3\cdot\left[\frac{1}{\left[H_o\left(1-\frac{x}{L}\right)+\frac{b}{2z}\right]} - \frac{1}{\left(H_o+\frac{b}{2z}\right)}\right] + \frac{B_4}{2}\left(\frac{b}{2z}\right)^4\left[\frac{1}{\left[H_o\left(1-\frac{x}{L}\right)+\frac{b}{2z}\right]^2} - \frac{1}{\left(H_o+\frac{b}{2z}\right)^2}\right]\right\} \qquad (11)$$

By means of Eq. 11 the channel discharge at any section downstream the reference section can be estimated.

For x=O, Eq. 11 reduces to $Q_x = Q_o$ which satisfies a boundary condition and checks Eq. 11.

Using Eqs. 6 to 10 and considering the values of C_o, C_1, C_2, and C_3 given in Table 1, the values of B_o, B_1, B_2, B_3, and B_4 are estimated and listed in Table 2.

In Fig. 2, A versus T/H is plotted for different channel side slopes.

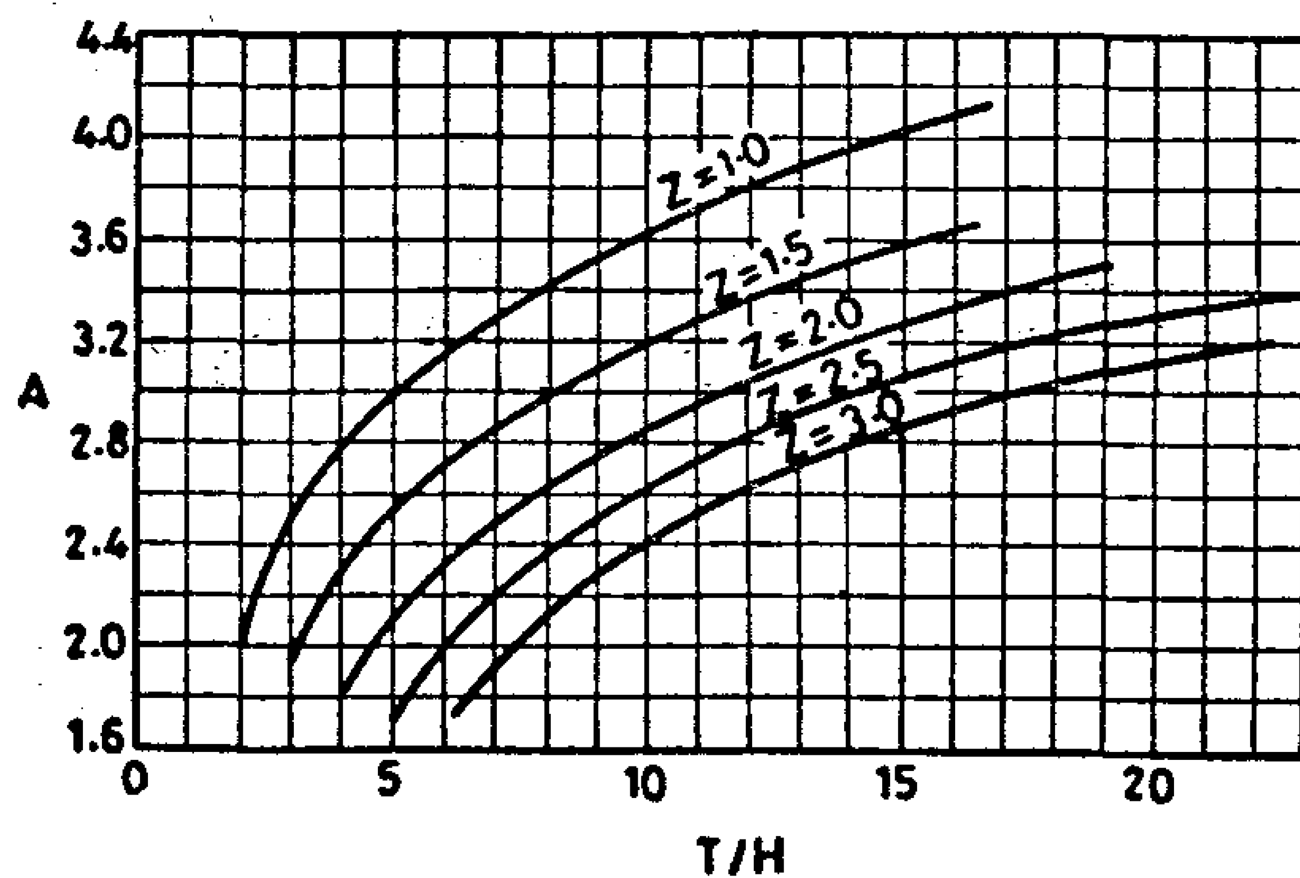


Fig.2- A Versus T/H (After Vedernikov, 1934)

Channels excavated in a soil of a high hydraulic conductivity may be of a limited length, Fig. 3. To evaluate the channel discharge at a general section the following formula may be applied by neglecting the effect of evaporation:

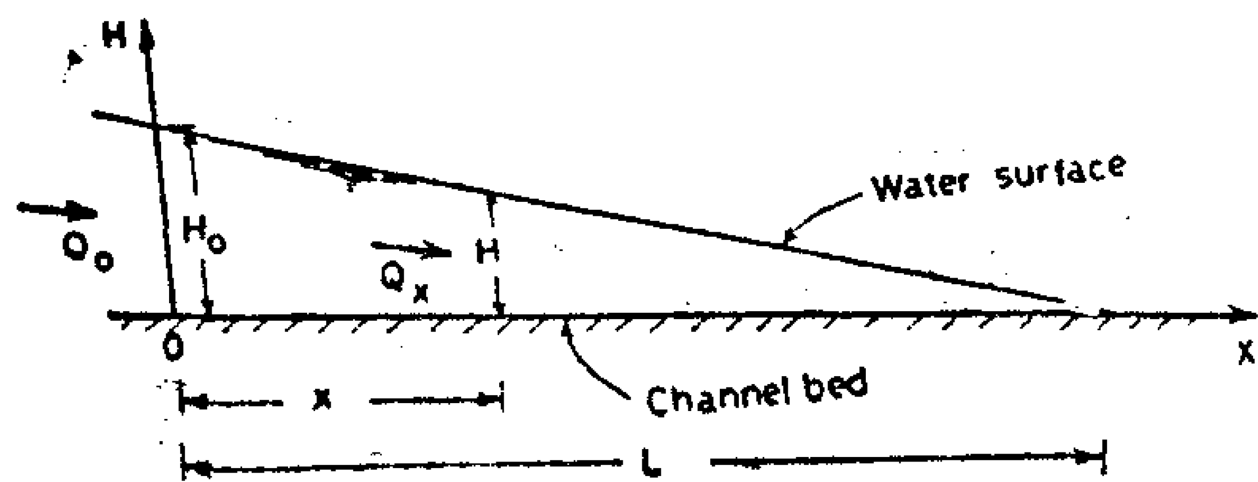


Fig. 3 - Longitudinal Channel Section

$$Q_x = Q_o - \int_0^x q\,dx \qquad \ldots\ldots\ldots\ (2)$$

where Q_x is the channel discharge at a general section, and Q_o is the discharge at the reference section OH.

For convenience, curves of Fig. 2 are represented by:

$$A = C_o + C_1(H/T) + C_2(H/T)^2 + C_3(H/T)^3 \qquad (3)$$

In Table 1 The values of C_o, C_1, C_2 and C_3 are listed.

	C_o	C_1	C_2	C_3
z=1.0	5.0309688	-18.02647	47.977509	-48.096886
z=1.5	4.7291161	-21.329342	71.058561	-96.787836
z=2.0	4.7752316	-31.108858	145.24741	-276.22258
z=2.5	4.0950577	-16.281336	13.628086	-39.510756
z=3.0	4.19597	-25.239385	91.313247	-185.16526

Table 1.

From Eqs. 1 and 3 :

$$q = K\left[T + C_oH + C_1(H^2/T) + C_2(H^3/T^2) + C_3(H^4/T^3)\right]$$

Substituting $T = b + 2_z H$ in which b is the channel bed width :

$$q = K\left[b + 2zH + C_oH + C_1\frac{H^2}{b+2zH} + C_2\frac{H^3}{(b+2zH)^2} + C_3\frac{H^4}{(b+2zH)^3}\right] \qquad (4)$$

Equation 4 could be written in the form:

$$q = K\left\{b + H(2z + C_o) + \frac{C_1}{2z}\left[H - \frac{b}{2z} + \frac{\left(\frac{b}{2z}\right)^2}{(H + \frac{b}{2z})}\right] + \frac{C_2}{(2z)^2}\left[H - 2\frac{b}{2z} + 3\frac{\left(\frac{b}{2z}\right)^2}{(H + \frac{b}{2z})} - \frac{\left(\frac{b}{2z}\right)^3}{(H + \frac{b}{2z})^2}\right] + \frac{C_3}{(2z)^3} \cdot \left[H - 3\frac{b}{2z} + 6\frac{\left(\frac{b}{2z}\right)^2}{(H + \frac{b}{2z})} - 4\frac{\left(\frac{b}{2z}\right)^3}{(H + \frac{b}{2z})^2} + \frac{\left(\frac{b}{2z}\right)^4}{(H + \frac{b}{2z})^3}\right]\right\}$$

EVALUATION OF LONGITUDINAL SEEPACE FROM TRAPEZOIDAL CHANNELS

By

Dr. Helmi Mohamed Hathoot *

ABSTRACT

In this paper the problem of longitudinal seepage from a trapezoidal channel of a limited length into a uniform soil of infinite thickness is attempted.

According to an earlier seepage per unit length formula a new formula for estimating channel discharge at a general section is established.

Another formula is also presented for estimating maximum channel length as well as the hydraulic conductivity of soil.

Finally, a numerical example is given to show the applicability of the established formulas.

INTRODUCTION

The problem of seepage from open channels into surrounding soils has been studied extensively from different approaches.

An earlier approximate solution for the above problem was proposed by Kozeny (6,7). On the same basis, the solution was formally presented by Pavlovsky(8) later on.

Hammad(2) hydrodynamically attempted the problem of seepage losses from irrigation channels through a two-step conformal transformation by assuming an approximate channel profile.

In another treatment, Hammad(3) solved the problem of seepage losses from parallel open channels considering the case in which water table is slightly below channel water surface.

On hydrodynamical lines Hathoot(5) presented a simple formula for evaluating seepage losses from parallel and equidistant channels.

Both Vedernikov(4,9) and El Nimr (1) provided exact solutions for the problem, taking into account the trapezoidal shape of channel.

The object of this paper is to provide formulas by means of which maximum channel length can be evaluated.

CHANNEL DISCHARGE AT A GENERAL SECTION

For the case of seepage from a trapezoidal channel into a permeable soil of infinite thickness, Vedernikov(9) proposed the following formula :

$$q=K(T+AH) \qquad \text{............... (1)}$$

in which q is the seepage discharge per unit length of channel, K is the soil hydraulic conductity, T is the width of the water surface, Fig. 1, H is the water depth in the channel, and A is a function of the channel geometry.

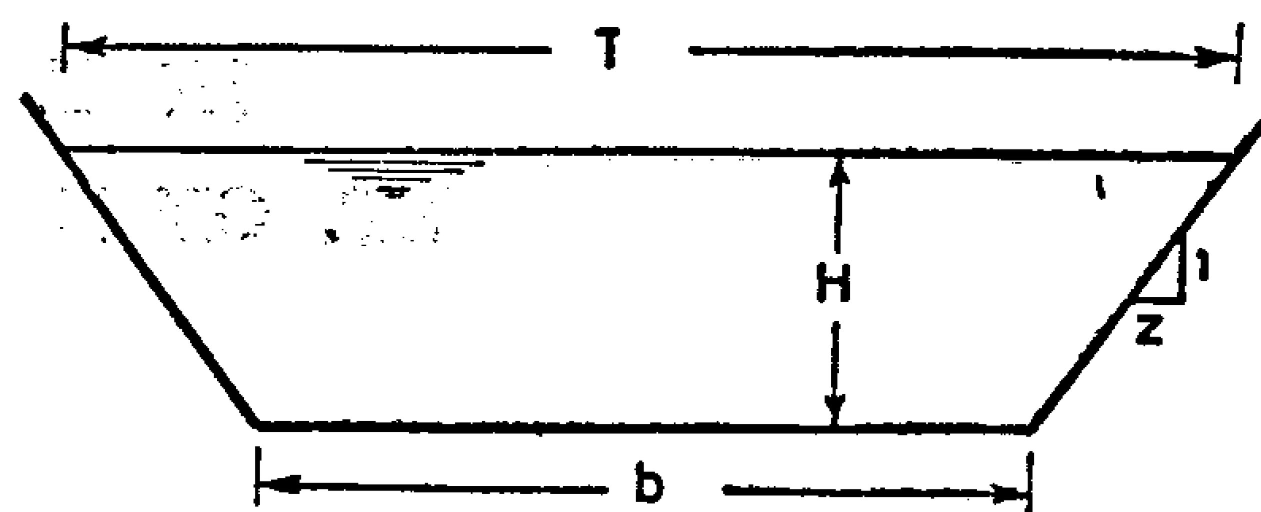


Fig. 1 - Channel Section

*Associate Professor of Civil Engineering, College of Engineering, University of Alexandria, Alexandria, Egypt.

BUILDING & CONSTRUCTION

INST. OF CIVIL ENGINEERS
INST. OF ARCHITECTS
INST. OF IRRIGATION ENGINEERS

CONTENTS

GENERAL SECTION :

Building and Construction

(ARABIC)

* * *

(ENGLISH)

INDUSTRY AND PRODUCTION

(ARABIC)

* * *

(ENGLISH)

RAW MATERIAL & CHEMICAL ENGINEERING

(ARABIC)

* * *

(ENGLISH)

JOURNAL OF THE EGYPTIAN SOCIETY OF ENGINEERS

28 Ramsis St. Cairo ARE Tel. 740488

VOL. 25 ISSUE No. 4 1986

- Issued quarterly - Contributors are invited to submit material for editorial consideration addressed to the Editor. The Journal cannot accept responsibility for loss or damage of any material.

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS OF ARTICLES

— The Journal publishes articles contributing to the advancement of engineering science and applications.

— Articles may be written in Arabic or English and presented in triplicate with an abstract in both languages.

— Author's names should be given in full, together with their academic titles and professional occupation.

— Articles may not exceed 8 pages. In this respect, mathematical derivations may be abbreviated and tables replaced by curves.

— The Jornal does not hold itself responsible neither for the opinions nor the content expressed by the authors..

— Curves to be drawn on tracing papers, and to occupy half a page at most. Exceptionally, full page curves or plates are admitted. Curves presented will be scaled down to these sizes. Figures and lettering on curves should not be less than 3 mm even after scaling down.

— References to be given at the end of each article and classified alphabetically according to auther's name followed by the name of the journal or book and the date of issue.

— Authors will be presented with two proofs, the first one accompanied by a correction convention chart to ease the work of typing correction.

Magasine Subscriptions

Society members : Free.

Inland Subscriptions :

Non-members	20 L.E
Non-engineers	50 L.E
Organisations	500 L.E
— Forgein Personnel	500 Us
Foreign Organisations	75 Us